39.
J. XIII. 85. b.
Phys.
39.
2.

GRUNDRISS

DER

EXPERIMENTALPHYSIK.

ENTWORFEN

VON

Dr. C. W. G. KASTNER,

ÖFFENTL. ORDENTL. LEHRER DER PHYSIK UND CHEMIE AUF DER UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG, VERSCHIEDENER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIED.

BIBLIOTHECA
CIVITATIS
BABENBERGENSIS.

ZWEITER BAND.

HEIDELBERG,
BEI MOHR UND ZIMMER
1810.

Den

Herren

C. W. BÖCKMANN

in Carlsruhe,

F. HILDEBRANDT

in Erlangen

und

J. T. MAYER

in Göttingen

hochachtungsvoll

der Verfasser.

Nur wenige Bemerkungen habe ich diesem zweiten und letzten Bande meines Lehrbuchs voranzuschicken, um mich mit dem aufmerksamen Leser über das Ganze zu verständigen. Die Aufgabe, welche ich durch die Ausarbeitung des vorliegenden Grundrisses zu lösen mich bemühte, war: von der Untersuchung einfacherer Erscheinungen zu den verwickelteren fortzuschreiten, und mit der Betrachtung solcher Phänomene zu enden, welche durch ihre Allgemeinheit eine letzte Beziehung aller zuvor erforschten Verhältnisse zulassen, und daher nothwendig an alle frühere Untersuchungen erinnern. Diesem gemäſs strebte ich stets, den einzelnen Erscheinungen ihre allgemeine Seite abzugewinnen, und diese so herauszuheben, daſs die specifischen Werthe der verschiedenen Materien um

so bemerkbarer auf höhere gemeinsamere Werthe hindeuten, und das Ineinandergreifen aller Naturkräfte zu einem Ganzen, sich dem denkenden Geiste um so lebendiger darstellt.

Jeder der den ersten Band einer prüfenden Durchsicht würdigte, wird in ihm jene Anlage bemerkt haben, welche es möglich machte, diese Idee in vorliegendem Bande auszuführen; dessen sieben Capitel zu dem Ende folgende Anordnung der Gegenstände erhielten. Zunächst werden im VI. Capitel die Untersuchungen der Electricität durch diejenigen des Galvanismus fortgesetzt, sich damit endend, daſs sie den Weg zur Erforschung der eigentlichen chemischen Thätigkeiten eröffnen, und so zur Bekanntschaft mit der höchst mannichfaltigen Stoffverschiedenheit der Körper vorbereiten. Bisher handelte man in den Lehrbüchern der Physik eine Menge chemischer Erscheinungen als einen so isolirten Theil der Natur ab, daſs die erhaltenen Forschungsresultate, für die vorhergehenden Untersuchungen sowohl als für die nachfolgenden, fast bedeutungslos wurden. Hildebrand suchte (in seiner dynamischen Naturlehre) zuerst diesem Vorwurfe zu begegnen, indem er (im XV. Capitel) nicht „von den einfachen Stoffen und ihren Verbindungen," sondern von dem „chemischen

Processe" handelte. H. läſst aber diesem Capitel die Untersuchungen des Wassers und die des Galvanismus folgen, welche Ordnung wohl für manche einzelne Phänomene erläuternder seyn mag, der obigen Aufgabe und der Einheit des Ganzen hingegen durchaus zuwider zu seyn scheint; und mich deshalb nöthigte von ihr abzugehen, indem ich im VII. Capitel den chemischen Proceſs abhandele. Man wird hier das für die Chemie selbst gehörende, nämlich genaue Beschreibungen der einzelnen Stoffe und Mischungen, hoffentlich nicht ungern vermissen, während die Zusammenstellung der den chemischen Proceſs erläuternden Hauptphänomene, wie ich mir schmeichle, in den Stand setzt, das Eigenthümliche und die vorzüglichsten Modifikationen der chemischen Wirksamkeit gehörig ins Auge zu fassen. — Was ausser den schon früher untersuchten Kräften die chemische Wirksamkeit wesentlich verändert, sind die Kräfte lebender Organismen; und sollte eines Theils eine gründliche Kenntniſs des chemischen Processes möglich, andern Theils aber auch die Natur in den verwickeltsten Combinationen ihrer zur Individualität strebenden Kräfte verfolgt werden, so muſste das Leben der Organismen selbst, in seinen allgemeinsten Verhältnissen, einer tiefer dringenden Betrachtung unterworfen

werden; daher handelt das VIII. Capitel von dem organischen Processe. Möge der Leser es mit Nachsicht als einen ersten Versuch aufnehmen: in einem Lehrbuche der Physik einigermaaſsen den Zusammenhang der Gesetze des individuellen Lebens mit denen des allgemeinen der Weltorganismen anzudeuten, und so der Physik ein Feld wieder zu gewinnen, welches ihr ursprünglich ganz angehörte, und von dem ihr wenigstens eine allgemeine Uebersicht verbleiben sollte, um zu beweisen, daſs ihr Gegenstand die gesammte Naturthätigkeit ist.

Hiemit endet sich nun der zweite Theil; der dritte enthällt die Untersuchungen des Schalles, des Lichtes und der Wärme, als Phänomene, die nicht für die bestimmte Zeit gegeben, sondern in fortschreitender Entwickelung begriffen sind; womit ich vorzüglich den Inhalt des 137. § (S. 693 ff.) zu vergleichen bitte. Im 157. §. habe ich es versucht, die Gründe der Gegner des Emanationssystems zusammen zu stellen; hoffentlich wird man mir (bei e S. 841) nicht die Zersetzung einiger Metallsalze durch Wasser, als Beispiel einer durch Vermehrung des einen Mischungstheiles entstandenen Zerlegung, zum Einwurfe machen wollen. — Der den Experimentaluntersuchungen

folgende Anhang sollte eigentlich, betitelt „Geschichte der Natur,“ als vierter Theil in drei Capitel zerfallen, und so das ausgeführt enthalten, was jetzt aus Mangel an Raum im XII. Capitel nur schwach bezeichnet werden konnte. Es sollten nämlich diese letzten Vorlesungen dazu dienen, die geschichtliche Bedeutung der erforschten Naturgesetze nachzuweisen, und indem sich dadurch zugleich der Blick für die eigentliche Naturbeschreibung erweitert, wollte ich es versuchen, meinem Wunsche Genüge zu leisten: den in der Einleitung angedeuteten innigen Zusammenhang aller Theile der Naturforschung zu beweisen.

Zur Zeit ist mir erst eine Beurtheilung des ersten Bandes dieses Versuchs, enthalten in der Hallischen Allg. Lit. Zeit., bekannt geworden; dem mir unbekannten Verfasser, dessen Eifer für die Wissenschaft und dessen kenntnifsvolle Umsicht ich schätze, bemerke ich nur, dafs meines Erachtens, ausführliche Beweise der in dem Leitfaden aufgeführten Sätze, für die Vorlesungen selbst gehören. — Es für eine heilige Pflicht haltend, nach Wissenschaft und nicht nach Meinungen zu trachten, sehe ich ruhigen Sinnes den ferneren Beurtheilungen entgegen; aber herzlich willkommen sey mir der partheilose Den-

ker, der um das Rauschen und Toben der Menge sich nicht kümmernd, mit einer Brust voll Freude und Lust an der Natur, männlich die Hand bietet, mein Wissen zu fördern.

Kastner.

INHALT.

ZWEITER THEIL.

Untersuchungen der Anziehungen in unmeſsbaren Fernen.

VI. CAPITEL.

Von dem Galvanismus. S. 467.

A) Von der Erregung und Leitung des galvanischen Verhältnisses. B) Von den Wirkungen der einfachen GALVAN. Kette. C) Von den Wirkungen zusammengesetzter Ketten; oder von der VOLTA'schen Säule.

VII. CAPITEL.

Von dem chemischen Processe und von den ihm unterwerfbaren Stoffen.

A) Von dem chemischen Processe im Allgemeinen. B) Von der Lösung. C) Von der Auflösung. D) Von der Verbrennung. E) Von der Gährung und von Erzeugung der künstlichen Naphthen oder Aether.

VIII. CAPITEL.

Von dem organischen Processe.

DRITTER THEIL.

Untersuchung der allgemeinsten Ausdehnungsphänomene.

IX. CAPITEL.

Von dem Schalle.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Schalles. B) Von der Erregung, Verstärkung und Fortpflanzung des Schalles. C) Von der Zurückwerfung des Schalles. D) Von den Schwingungsknoten. E) Von den Tönen.

X. CAPITEL.

Von dem Lichte.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Lichtes. B) Von der Erregung und Fortpflanzung des Lichtes. C) Von der Zurückwerfung und Beugung des Lichtes. D) Von der Brechung des Lichtes. E) Von den Farben. F) Von dem Schatten und von den Photometeoren. G) Von den Veränderungen welche durch den Einfluſs des Lichtes in den Körpern hervorgebracht werden.

XI. CAPITEL.

Von der Wärme.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung und von der Erregung der Wärme und der Kälte. B) Von der Fortpflanzung der Kälte und der Wärme. (Mittheilung, Leitung und Stralung.) C) Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Raumerfüllung einzelner Materien. D) Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Mischung der Körper. E) Von den Thermometeoren.

ANHANG.

XII. CAPITEL.

Geschichte der Natur.

A) Von der Entstehung der Weltkörper. B) Von der Gestaltung einzelner Materien.

Verbesserungen.

Des ersten Bandes, ausser den bereits angezeigten. S. 42 Z. 7. v. ob. statt ala lies als. S. 43. Z. 17. v. ob. st. Zeisgenossen l. Zeitgenossen. S 44. Z. 10. v. u. st. Gotfr. l. Gottfr. S. 71. Z. 3. v. u. st. D : = l. D : d = S. 74. Z. 18. v. ob. st. 1900 l. 1000. S. 78. Z. 14. v. u. st. Daseynswerk l. Daseynszweck. S. 86. Z. 14. v. u. st. kann l. können. S. 89. Z. 7. v. u. st. vertretende l. eintretende. S. 94. Z. 12. v. ob. st. Formen l. Fernen. S. 95. Z. 6. v. u. st. bezeigt l. bezeichnet. S. 100. Z. 9. nach reactio setze ferner. S. 138. Z. 12. v. ob. st. $=\left(\frac{4}{3}\right)_{99}$ l. $=\frac{4}{3}^{99}$. S. 144. Z. 14 u. 15. v. ob. st. längeren l. kürzeren. S. 151. Z. 9. v. u. st. AB l. A — B. S. 161. Z. 14. v. u. st. Sec. l. S. S. 165. Z. 2. v. u. st. ADG l. ADB. S. 191. Z. 13. v. ob. st. L l. Q. S. 192. Z. 11. v. u. st. merklich l. wirklich. S. 196. Z. 14. st. 450 l. 440. Ebend. Z. 15. st. 449 l. 439. S. 199. Z. 10. v. u. st. Berichnung l. Berichtigung. S. 213. Z. 15. v. ob. st. Schwug l. Schwung. S. 215. Z. 9. v. ob. st. $\frac{T^3}{T^2 R^2}$ l. $\frac{D^3}{T^2 R^2}$. Ebend. Z. 10. v. u. st. $\frac{d^2}{t^2}$ l. $\frac{d^3}{t^2}$. Ebend. Z. 13. v. ob. st. $\frac{D^3}{T^2 R}$ l. $\frac{D^3}{T^2 R^3}$. Ebend. Z. 18. v. ob. st. kleinsten l. grössten S. 219. Z. 3. v. u. nach Trabanten setze als. S. 236. Z. 9. u. 13. v. u. st Parallelaxe l. Parallaxe. S. 243. Z. 6. v. u. st. Dichtigkeit l. Durchsichtigkeit. S. 383. Z. 14. v. ob. streiche vermag. S. 394. Z. 12. v. ob. st. x u. y l. i und l. S 416. Z. 12. v. u st. leichten l. leichte. Ebend. Z. 11. v. u. nach Körperchen setze (Ebend. Z. 10. v. u. nach genähert, setze) S. 440. Z. 9. v. u. st. neneren l. neueren. S. 453. Z. 12. v. u. st. B. l. E.

Des zweiten Bandes. S. 580. Z. 8. v. u. st. GILNBERTS l. GILBERTS. S. 584. Z. 1. v. u. st. Säute l. Säule. S. 585. Z. 12. v. u. st. gewöhnlichen l. gewöhnliche. S. 603. Z. 9. v. ob. st. BERTHOLET l. BERTHOLLET. S. 608 ob. st. VI. l. VII. S. 619. Z. 14. v. u. st. lörlich l. löslich. S. 619. Z. 11. u. st. Waster l. Wasser. S. 635. Z. 11. v. u. st. Flasche l Glocke. S. 665. Z. 15. v. ob. st. Fäuluiſsproducte l. Fäulniſsproducte. S. 685. Z. 16. v. u. st. durchlassen l. Durchlassen. S. 688. Z. 15. v. u. st. bildende l. Bildende. S. 699. Z. 15. v. u. st. Toue l. Tone. S. 716. Z. 6. v. ob. st. dos l. das. S. 733. Z. 2. v. ob. st. deu l. den. S 752. ob. st. IX. l. X. S. 768. Z. 13. v. u. st. HIHDEBRANDT l HILDEBRANDT. -- (Auf der beigefügten Tab. III. Fig. 26 sind durch Schuld des Kupferstechers die Linien hm u. ln parallel laufend, während sie von h und l aus convergirend fortgehen sollten, so daſs sie in Gedanken fortgesetzt sich hinter C vereinigen würden; vergl. S. 783) S. 824. Z. 12. v. u. st. momentane l. monotone. S. 845. ob. st Waeärme l Wärme. S. 858 Z. 3. v. ob. st. Arch l. Anh. S. 868. Z. 11. v ob. st. FRIEDLIEDER l. FRIEDLÄNDER. Ebend. Z. 13. ob. st Lösudg l. Lösung. S. 885. Z. 7. v. u. st. GILRERTS l. GILBERTS. S. 897. Z. 7. v. u. st de esprit l. de l'esprit. S. 898. Z. 5. v. ob. st. vorhandenenen l. vorhandenen. S. 902. Z. 6. v. ob. st. Ranm i. Raum.

ZWEITER THEIL.

UNTERSUCHUNG DER ANZIEHUNGEN

IN UNMESSBAREN FERNEN.

ZWEITER THEIL.

VI. CAPITEL.

VON DEM GALVANISMUS.

A) Von der Erregung und Leitung des galvanischen Verhältnisses.

§. 113.

XXXI. Vers. Legt man eine Zink- und eine Silberplatte, wo jede wenigstens 8″ im Durchmesser hat, mit ihren ebenen möglichst glatt geschliffenen platten Oberflächen auf einander, so erhalten beide durch die blosse Berührung entgegengesetzte Electricitäten, das Zink + E, das Silber — E; jedoch von einer so geringen Spannung, dafs dieselbe auch an einem sehr empfindlichen Electrometer nur mittelst der oftmaligen Verstärkung des E durch den Condensator bemerkbar wird. Auch mufs, um die eine der Platten auf den Condensator wirksam zu machen, die andere mit einem guten Leiter in leitende Verbindung gesetzt werden; denn soll einer der berührenden (und dadurch wechselseitig

Electricität erregenden) Körper, auch nach aussen electrisch wirken, so kann dieses nur geschehen, wenn gleichzeitig der ihm heterogene Körper in den Stand gesetzt ist, seine electrische Wirksamkeit nach aussen zu erstrecken, und auch nur in dem Maase, wie dieses der leztere Körper vermag, ist es dem ersteren möglich.

1) Da bei einer 120 maligen Verstärkung durch den Condensator, Volta's Strohhalmelectrometer nur auf 2° Divergenz gebracht wurde, und da der Versuch ausser gespannter Aufmerksamkeit, gehöriger Ruhe etc. mehr Zeit heischt, als gewöhnlich andere nothwendige Versuche in den Vorlesungen übrig lassen, so kann er hier nicht füglich beigebracht, sondern nur die dazu nöthige Vorrichtung gezeigt, und der Cauteln zur glücklichen Beendigung desselben gedacht werden. Er ist indefs durch die vorzüglichsten Experimentatoren unserer Zeit bestätigt worden, und der Einwurf welchen Einige machten, „als habe sich Volta durch zufällig in seinen Condensationswerkzeugen erregte Electricität täuschen lassen, so dafs die Divergenzen welche er erhielt, nur Erfolge der Reibung und Bewegung der Scheiben und der zufälligen electrischen Ladung der Atmosphäre seyen," ist späterhin durch die Wiederholung des Versuchs mit vollkommeneren Instrumenten ganz beseitigt worden. Wichtiger scheint eine andere zuerst von Fowler gemachte Bemerkung; dafs die electr. Spannung der Platten, nur Erfolg einer Wasserzersetzung sey, die dem hygroskopischen Wasser der Metallplatte wiederfahre"; indefs versichern dagegen mehrere Physiker

den Versuch mit sehr trocknen Metallplatten glücklich beendet zu haben, und VOLTA sah durch augenblickliche wechselseitige Berührung einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine isolirt ist, das BENNETsche Electrometer um 2—3 Linien divergiren. Vergl. VOLTAS lezte Untersuch. über den Galvanism. vor Erfind. der Säule. In Briefen an ALDINI. Aus BRUGNATELLI's Annali di Chimica übers. in RITTERS Beiträg. II. Bd. S. 28—30.

2) Ist der Deckel des Condensators von Zink, so macht ihn die Zinkplatte des obigen Vers. sogleich positiv electrisch, und ist der Deckel von Silber oder Kupfer, so wird er durch die Silberplatte des Vers. — E erhalten. Will man hingegen im lezteren Fall das + E des Zinks dem Deckel zuführen, so würde er bei der Berührung mit der Zinkplatte indifferent bleiben, weil er die Wirkung des Silbers von der anderen Seite aufhebt; man muſs daher entweder die obige Bedingung erfüllen, und einen Zinkdeckel anwenden, oder (aus später zu erläuternden Gründen) zwischen den kupfernen Deckel und die berührende Zinkplatte eine Wasserschicht, z. B. eine nasse Tuchscheibe legen. Nach ERMANN (GILBERTS Ann. XI. 1. S. 90) zeigt sich übrigens das E der Platten weit stärker, wenn man mittelst isolirender Handgriffe (womit die Platten versehen sind), die den nahen Condensator berührende Platte bei der Berührung ein wenig aufhebt. weil während derselben beide E einander doch etwas binden; und läſst man zwei grosse glatt geschliefene Platten der Art, mehrere Stunden hindurch, sich gegenseitig genau berührend, auf einander liegen, so kann man beide E zugleich zeigen, wenn man die Platten mittelst gläserner Hand-

griffe von einander entfernt. — Um zu erfahren von welcher Art die so erhaltene Electricität sey, giebt man Acht, ob die zuvor bewirkte Divergenz des Electrometers, bei Annäherung einer durch Reiben electrisch erregten Glas- oder Siegellackstange ab- oder zunimmt. VOLTA a. a. O.

3) Eine ähnliche electrische Erregung tritt überhaupt zwischen zwei festen Leitern ein, wenn sie von verschiedenartiger Qualität sind; und die Spannung ist nach der wechselseitigen Berührung um so grösser, je mehr die Leiter heterogen sind, und je weiter sie in dieser Hinsicht von einander abstehen; so daſs die Spannung zweier Körper a und z jedes Abstandes in der Spannungsreihe, gleich ist der Summe aus der einzelnen Spannung von ab, bc, cd, etc. bis und mit yz. Zwischen Zink und Platin ist die Erregung am stärksten, dem Platin folgen Merkur (Quecksilber), Silber, Gold, Kupfer, Nickel, Holzkohle, Reisblei, natürl. Manganoxyd und natürl. Titanoxyd (Oisanit); auf der + E Seite folgen dem Zinke mit abnehmender Erregungsfähigkeit: Blei, Zinn, Eisen, Spieſsglas, Arsenik, Wismuth (und Messing). Kleine fremdartige Beimischungen ändern indeſs diese Folge oft sehr bedeutend. — Da man eine solche Erregung der Electricität vorzüglich nur bei festen Leitern bemerkt, und da dieselbe für diese so Gesetz ist, daſs jede Wegnahme der Electricität neue Ansammlung derselben zur Folge hat, und mithin die Spannung dieselbe bleibt, so lange die Berührung, unter denselben Umständen unter denen sie anfänglich gegeben war,

Statt findet; so unterscheidet man die festen; trocknen Leiter von den flüssigen, nach Volta durch die bereits erwähnte (§. 107. N. 1.) Eintheilung in zwei Klassen, und nennt überhaupt diejenigen Körper, welche durch blosse wechselseitige Berührung Electr. erregen, Erreger (Excilatores). Ein ziemlich vollständiges Verzeichniſs derselben, findet sich in Ritters Beitr. I. Bd. IV. St. Bei Isolatoren reicht blosse Berührung zur Electricitäts-Ansammlung nicht hin, sondern es bedarf stets des Druckes, Stosses etc. und vorzüglich der Reibung; d. i. einer Behandlung, wobei die Berührenden während der Berührung zugleich Wärme erregen.

4) Nach Volta (Philos. Transact. for the Year 1800. Nicholsons Journal of natural philosophy etc. Lond. 1800. 4.) besteht die unter obigen Umständen eintretende electr. Vertheilung (vergl. §. 108.) in einem eigenthümlichen electrischen Processe, den man wohl am richtigsten durch den Ausdruck magnetischer Electricismus bezeichnet, und dadurch von dem electrischen Magnetismus unterscheidet; vergl. S. 385. 403. 432. 440 etc. d. I. B. dies. Grundr. Bei dieser besondern Art von Störung des electrischen Gleichgewichts, ist nämlich das + E welches das Zink, und — E welches das Silber, durch die Berührung erhält, so in Spannung gehalten, daſs sich beide E nicht völlig binden, sondern jedes E noch für sich, von der nicht berührten, abgewendeten Seite des Metalles aus, auf andere Körper zu wirken vermag; vergl. N. 1. dies. §. Eine ähnliche magnetisch-electrische Entgegensetzung, wollen zwar einige Physiker schon bei einem Metalle bemerkt haben, namentlich an einer Eisenstange, die man gegen die Erde stöſst, und die nach

dem Stosse an ihren beiden Enden entgegengesetzte E zeigen soll (Schusters Darst. d. Winterlschen Syst. d. Chem. II. 152.); aber es mangelt einer solchen electr. Vertheilung die Permanenz, welche jene der beiden heterogenen Metallplatten characterisirt: nach Wegnahme der Electr. findet keine neue Ansammlung Statt.

5) Es läſst sich auch der Fall denken, daſs bei der Berührung zweier Leiter, die electr. Spannung sich gerade nicht als Gegensatz von + und — E, sondern nur als Unterschied von + und +, oder — und — E darstellt; der Erfolg würde dann aber derselbe seyn, wenn dieser Unterschied nur genau dieselbe Grösse hat. Z. B. 4 + und 2 + E geben dieselbe Spannung als 2 — und 4 — E, und beide, nebst 2 + und 0, oder 0 und 2 — E, dieselbe als 1 + und 1 — E. Riteers Phys. chem. Abhandl. III. Bd. Leipz. 1806. 8. S. 274 etc.

6) Auch die feuchten Leiter bilden bei der Berührung unter sich, höchst geringe Spannungen; grösser fallen diese aus zwischen sich berührenden festen und flüssigen Leitern, jedoch stets schwächer, als wenn beide Berührende der ersten Klasse von Leitern angehören. So ist z. B. bei dem Contacte zwischen einem festen Leiter und Wasser, die Spannung um so geringer, je näher der feste Leiter dem — E-Ende der bei N. 2. aufgeführten Reihe steht; das Wasser selbst erhält dabei gewöhnlich + E, der feste Leiter — E. Ritter a. a. O.; jedoch ist zu bemerken, daſs glühende Metalle durch die Berührung des Wassers positiv electrisch werden, während das Wasser wahrscheinlich negativ electrisch wird. Vergl. S. 444 dies. Grundr. Nach Davy's neueren Beob. erhält übrigens Ritters Spannungsreihe (vergl. §. 443.) eine sehr

bedeutende Berichtigung; während Rs. sämmtliche feuchte Leiter nach dem einen negativen Ende stehen, und er alle feste Leiter mit ihnen positiv werden läſst, fallen nach Davy diese Leiter der ersten Klasse zwischen Säuren und Alkalien, indem die ersteren mit den Metallen — E, die Alkalien hingegen + E erhalten sollen, vorausgesetzt wenn beide, Säuren und Alkalien, trocken mit den Metallen in Berührung gesetzt wurden. Vergl. Gehlens Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. V. I. S. 1 etc. Nach Pfaff zeigten auch flüssige Säuren und Alkalien ein ähnliches Verhalten a. a. O. S. 62. 93 etc. Für die Alkalien macht das Eisen nach P. und für eins derselben auch das Spieſsglas eine Ausnahme, indem es positiv wird. Das Verhalten der Säuren wird ganz nach dem Grade ihrer Concentration bestimmt. Concentrirte Säuren werden mit allen negativ, verdünnte positiv; nur macht die Salpetersäure und die mittelst derselben gebildeten Neutralsalze, eine merkwürdige Ausnahme, indem sie mit den Metallen nicht + sondern — E erhalten. Concentrirte Salpetersäure wird mit dem Eisen — E, das Eisen möglichst +; sehr verdünnte Salpetersäure hingegen +. Vergl. Pfaff a. a. O.

7) Man vergl. Volta's erste Abh. über die galvan. Electricität, aus den Ann. de Chemie übers. in Gilberts Ann. X. 4. S. 421 und vollständiger in Pfaffs und Friedländers französ. Annal. etc. Hamburg 1802. S. 1. Volta in Grens n. Journ. d. Phys. IV. 4. S. 474. C. H. Pfaffs Grundzüge d. Voltaischen Theorie der Säule, in Gilberts Annal. X. 2. S. 219. C. C. Jäger ebendas. XIII. 4. S. 399. Ermann ebendas. XI. 1. S. 90. 93. etc. Ritters Electr. System d. Körper. Leipz. 1805. 8.

J. C. L. Reinholds Geschichte des Galvanismus, nach Sul d. ä. Leipz. 1803. 8. Trommdorfs Geschichte des Galvanismus etc. besonders abgedruckt aus dessen Syst. Hb. d. Chemie. Erfurt 1803. 8. v. Crells Annal. 1801 etc. Voigts Magaz. Trommsdorfs Journ. B. XI u. XII. Simon in Scherers Journ. d. Chemie. VI. S. 3 etc. Succows neueste Entdeck. in d. Chemie. VI. etc. Webers Galvanismus, eine Zeitschrift. III. H. Pfaff, Scheele und Rudolphi Nordisch. Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft. Gehlens N. A. Journ. d. Chemie; dessen Journ. f. Phys. u. Chem. und dessen Journ. f. Phys. Chem. u. Mineralogie. Rittees Beiträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus. I. II. B. Jena 1800—1805. 8. Dessen Fragmente aus dem Nachlaſs eines jungen Physikers. Heidelberg 1810. 8. W. Pfaff: der Voltaismus. Stuttgart 1803. 8. u. dessen: Uebersicht über den Voltaismus. Ebend. 1804. 8. Aldini: Essai theoretique et expérimentale sur le Galvanisme. Paris An. XII. 1804. 8. Delametherie: Journal de Physique. Van Mons: Journ. de Phys. et Chim. Izarn: Manuel du Galvanisme. Paris. An. XII. 1804. 8.

§. 114.

Häuft man mehrere Platten heterogener Metalle auf einander, so wird dadurch ebenfalls nur electrische Spannung hervorgebracht, und jede zwei Endglieder einer auf gleiche Weise entstandenen noch so langen Schichtung von heterogenen Leitern aus derselben Klasse, zeigen den nämlichen Zustand electrischer Differenz, zu

welchem diese beiden Glieder durch unmittelbare Berührung gelangt seyn würden. Läſst man nun diese beiden Endglieder sich wechselseitig berühren, ohne sie von den übrigen Zwischengliedern der Reihe zu trennen, so wird die Spannung, weder die der Endglieder noch überhaupt der ganzen Schichtung, keinesweges dadurch geändert; und kann es auch dem Vorhergehenden zufolge nicht, da jene Berührung der Endglieder, nicht mehr zu wirken vermogte, als was je zwei Glieder zuvor schon unter sich gewirkt haben, nämlich das Eintreten electrischer Spannung von einer bestimmten Grösse; die, indem sie rücksichtlich dieser Grösse oder Energie für jede zwei in Contact gerathende Leiter derselben Klasse Gesetz ist, durch die Berührung der Endglieder weder vermehrt noch vermindert werden konnte, und da vor der letztgedachten Berührung schon geschehen war, was durch dieselbe geschehen sollte, so blieb der magnetisch-electrische Proceſs des Ganzen nothwendig in jeder Hinsicht derselbe der er war.

§. 115.

Soll aber die Thätigkeit der berührenden Glieder nicht bloſs auf eine solche electrische Spannung hinausgehen, sondern vielmehr als galvanischer Proceſs (§. 111.) erscheinen, so müs-

sen Verhältnisse eingeleitet werden, die in dem magnetischen Electricismus durch chemische Erregung eine Umänderung hervorrufen, welche die Action der Reihe von Erregern und Leitern d. i. der Kette darstellt, als eine beständig sich bildende electrische Vertheilung, die indem sie sich ausgleicht wiederum von neuem hervorgeht; und die dadurch das Schema einer Thätigkeitsweise representirt, welche in den Organismen zur vollendeten Ausbildung gelangend, das Leben derselben in seinen Grundzügen entfaltet. Die Bedingungen zur Realisirung jenes Verhältnisses bestehen der Erfahrung gemäſs darin: die beiden durch Berührung zur electrischen Spannung gekommenen Glieder der werdenden Kette (welche als Aequivalente des positiven und negativen Conductors der Electrisirmaschine betrachtet werden können), mit dem Wasser oder feuchten Leiter überhaupt in Contact zu bringen, d. i. mit dem Vermittlerer einer steten Entladung der Conductoren, welche immerwährende Wiederladung derselben zur Folge hat, in leitende Verbindung zu setzen. Das Product einer solchen dreifachen Verbindung, nennt man eine einfache galvanische Kette; die auch bei noch so verschiedenem Werthe ihrer Glieder, und bei noch so veränderter Construction, sich doch immer dadurch cha-

racterisirt, daſs bef ihrer Schliessung (d. i. bei der leitenden Verbindung ihrer Endglieder) in irgend einem homogenen Körper (Wasser) eine electrische Vertheilung oder Verschiedenheit von electrischem Werthe entsteht, den dieser homogene Körper nicht zu unterhalten vermag.

1) Volta fand zuerst die Nothwendigkeit des Vorhandenseyn dreier heterogenen Glieder der beiden Klassen von Leitern, zur Darstellung eines galvanischen Wirkungskreises oder einer galvanisch thätigen sogenannten Kette; von denen entweder zwei der ersten und eines der zweiten Klasse angehört, z. B. Zink, Silber und Wasser, oder zwei aus der zweiten und eines der ersten Klasse sind, z. B. concentrirte Salpetersäure, Wasserschicht und Metall. — Da die Erreger beider Klassen, unter gewissen Umständen bloſs zu leiten scheinen, ohne zu erregen, und umgekehrt, so setzte Volta den Unterschied von Excitatoren der ersten Klasse und von Excitatoren der zweiten Klasse fest; und v. Humboldt nennt die Leiter unter jenen Umständen verbindende Glieder der ersten und zweiten Klasse. Uebrigens ist sehr wahrscheinlich die electrische Action in jedem Gliede der Kette nicht bloſs gleich stark, sondern auch ihrem Wesen nach dieselbe, nämlich überall in der Kette, als dauernde Aufhebung und Wiedereinsetzung des electrischen Gleichgewichts sich bezeichnend.

2) Total geschlossen nennt man die Kette, wenn der homogene Körper (§. 115 unten) eben so gut oder besser leitet, als das Körperpaar, welches die aufzuhebende electrische Differenz liefert; par-

tiell geschlossen hingegen, wenn er schlechter leitet. Nur im letzten Falle kann die aufzuhebende Differenz bemerkbar werden, und zwar in dem Maase, wie jener homogene Körper schlechter leitet, als das heterogene Körperpaar. Die Action einer Kette ist um so grösser, je mehr sich die Schliessung der totalen nähert, und verhält sich wie die absolute Menge der in einer gegebenen Zeit vertheilt und ausgeglichen werdenden Electricitäten. Ritter a. a. O. S. 279.

3) Das Vermögen zu leiten besitzen die Körper der ersten Klasse in weit höherem Grade, als die der zweiten (§. 107.), und im Allgemeinen kann man sagen (unter sich verglichen) um so besser, je verbrennlicher sie sind (S. 441—442). Nach Cavendish leitet das Merkur (Quecksilber) mit einer 40,000000 mal grössern Geschwindigkeit als das reine Wasser. Die Leiter der zweiten Klasse leiten, unter sich verglichen, in noch weit mehr von einander verschiedenen Graden, als die der ersten; und nach Ritter und einigen andern Beobachtern gilt hier folgendes:

a) Alle wässerige Lösungen solcher verbrennlichen Körper (die für sich mehr oder minder isoliren), leiten im Allgemeinen schlechter; z. B. die Lösungen des Zuckers, Gummi's, der Naphthen, des Weingeists, der Schwefelalkalien etc.

b) Alle wässrige Lösungen mehr oder minder verbrannter Körper, leiten im Allg. besser, und zwar um so vorzüglicher, je mehr sie vor der Lösung verbrannt waren; z. B. die Lösungen der Alkalien, und einiger

Metalloxyde, und vermuthlich auch ausserordentlich gut die der Erden, wenn es möglich wäre sie für sich in Wasser zu lösen; ferner diejenigen der Salze und Säuren, vorzüglich der oxygenirten Salzsäure, und zwar um so besser, je concentrirter dieselben sind.

c) Feuchte oder flüssige thierische Theile leiten besser als vegetabilische, und jede von beiden um so mehr, je höher die Rolle war, die der Theil im Ganzen spielte, und je höher dieses Ganze selbst in der Reihe der Organisationen stand. So gehören z. B. die Nerven des Menschen zu den vorzüglichsten Leitern. Ausserdem verdient noch bemerkt zu werden, daſs das Leitungsvermögen und die Action der Leiter in der Kette überhaupt wächst, bei übrigens gleichen Umständen, in dem Maase wie die Berührungsflächen zu- und die Höhen der Wasserschichten abnehmen, und in dem Verhältniſs, wie die Spannung zunimmt, die in dem Leiter zur Ausgleichung kommen soll.

4) Aus Ermanns scharfsinnigen Versuchen über das Leitungsvermögen der Körper (Gilberts Annal. XII. 1. S. 14 etc.) scheint sich in dieser Rücksicht eine fünffache Verschiedenheit der Körper zu ergeben, die wir indeſs hier nur historisch berühren können, da neuerlich Brugnatelli, Configliachi und Ritter, (Gehlens Journ. f. Phys. Chem. u. Miner. IV. 3. S. 454) Einwürfe dagegen gemacht haben, und zur Zeit die Sache noch nicht entschieden ist. Nach E. werden die Körper rücksichtlich des Vermögens den Galvanismus zu leiten, unterschieden in

1) Nichtleiter. Die entgegengesetzten Electricitäten der ungeschlossenen Kette (oder wie wir in der Folge sehen werden: die Pole der galvanischen Säule) lassen ihren electrischen Gegensatz und die daraus resultirende Spannung auch dann bemerken, wenn gleich ein Nichtleiter beide verbindet. Glas, Harz, Oele und die Flamme des brennenden Schwefels gehören hieher.

2) Leiter. Bringt man den Leiter zwischen die Endglieder der Kette, oder mit beiden Polen der Säulen in Contact, so kann er sich zeigen als

A) Vollkommener Leiter. Die electrische Differenz schwindet ganz, indem sie vollkommen ausgeglichen wird, wenn ein solcher Leiter die Kette schliefst. Metalle. Kohle.

B) Unvollkommener Leiter. Die specifischen Wirkungen der Endglieder oder Pole, sind während der Anlegung noch bemerkbar, wiewohl schwächer.

a) Bipolar. Die specif. Wirkungen beider Endglieder oder Pole, sind am Leiter selbst zugleich wahrnehmbar. Er theilt sich in zwei Zonen, deren eine die +E-, der andere die —E-Wirkung zeigt; und die Kette ist durch ihn unvollkommen geschlossen. Wasser und im Wasser gelöste Neutralsalze.

b) Unipolar. Nur die specif. Wirkungen des einen der Endglieder oder Pole sind am zwischen gebrachten Leiter beobachtungsfähig; er leitet nur die Wirkung dieses Pols, während er die des entgegengesetzten isolirt.

α) + Unipolar. Weingeistflamme, und jede Flamme von Kohlenstoff- und Was-

serstoff haltigen Körpern, wie auch von Schwefelfaden.

β) — Unipolar. Phosphorflamme. Trocknes Eiweifs. Trockne Seife. Vergl. S. 422. 423 etc. dies. Grundr.

5) Wirksame galvanische Ketten werden unter folgenden Berührungsverhältnissen gebildet.

A) Zwei Körper der ersten Klasse mit einem der zweiten.

a) Wo der Körper zweiter Kl. mit jedem der ersten + wird. Z. B. Zink, Silber und Wasser; entweder in der Weise, dafs beide heterogene Metalle einander, und eines derselben den feuchten Leiter berührt, oder dafs jedes der sich berührenden Metalle auf seiner abgewendeten Seite, einen feuchten Leiter hat.

b) Wo der Körper zweiter Kl. mit jedem der ersten — wird. Z. B. Zink, Silber und (concentrirte) Säuren, z. B. Salzsäure, die verschiedene Lagerung wie oben.

c) Wo der der zweiten Kl. nur mit einem der ersten +, mit dem andern — wird. Z. B. Zink, Eisen und Alkalilösung, welche nach Pfaff (vergl. §. 113. N. 6.) mit Eisen —, mit Zink hingegen wie mit den meisten übrigen Metallen +, wird.

B) Ein Körper der ersten Kl. mit zweien der zweiten Kl.

a) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten + wird. Z. B. Zink, Alkaliauflösung und Wasser; entweder in der Weise, dafs beide feuchte Leiter einander, und einer derselben

den trocknen Leiter berührt, oder daſs jeder der sich berührenden feuchten Leiter, dasselbe Metall auf seiner abgewendeten Seite hat.

b) Wo jeder der zweiten Kl. mit dem der ersten — wird. Z. B. Zink, verdünnte Salpetersäure, und in Wasser gelöste salpetersaure Alkalien.

c) Wo nur einer der zweiten Kl. mit dem der ersten +, der andere aber —, wird. Z. B. Zinn, Wasser und Salzsäure. Vergl. Ritter a. a. O. — Bei allen diesen und ähnlichen Fällen bleibt stets in den Endgliedern der Kette, nach vorangegangener Vertheilung, Ausgleichung und erneuter Vertheilung der E. der einzelnen sich berührenden Glieder der Kette, eine gewisse (durch Schliessung vollendet hervortretende und zugleich zur Ausgleichung gelangende) aufzuhebende electrische Differenz, deren Grösse sich nach den Spannungsverhältnissen der Glieder der Kette richtet, und nur in sofern diese noch aufzuhebende Differenz in der stetigen Kette übrig bleibt, zeigt sich die Kette bei der Schliessung als galvanisch thätiger Wirkungskreis.

6) Ist die Zahl der wirkenden Glieder der Kette grösser als drei, so wird jene Möglichkeit der übrigbleibenden aufzuhebenden Differenz schon wieder mehr bedingt. Eine Kette aus Wasser, Säure und Alkali, mit Zinn zwischen Wasser und Alkali, würde (nach Ritter, vergl. S. 283 a. a. O.) wie dieselbe Kette ohne Säure, und mit Zinn zwischen Wasser und Säure, wie ohne Alkali wirken; und überhaupt scheinen für alle ähnliche Fälle, folgende

Gesetze zu gelten: „Zwei heterogene Körper durch einen oder viele derselben Klasse unterbrochen, wirken wie dasselbe Paar ohne Unterbrechung; und zwei homogene Körper derselben Klasse, durch einen der anderen Kl. unterbrochen, gleichen den ersten beiden ohne Unterbrechung, und diese beiden haben wiederum nur die Wirkung von einem. Eine Kette aus Zink, Silber, Wasser, Eisen, Wasser, Alkali, Säure, Wasser, Silber, Kupfer, Blei und Zink, giebt bei der Schliessung eben so wenig galvanische Action, als eine Kette aus lezteren allein, oder als ein Stück Zink für sich, wohl aber so bald man irgendwo, das Wasser, das Eisen oder Silber weg läſst. Bei mehr als dreigliedrigen Ketten, wo keiner der erwähnten Fälle vorkommt, fehlt nur dann die Action, wenn zufällig die Spannungen, welche die Leiter der ersten Klasse unter sich hervorbringen, durch die Unterschiede, die damit die Endglieder erlangen, den durch die Spannungen der Leiter der anderen Klasse unter sich bewirkten Unterschieden der Endglieder ihrer Reihe so entsprechen, daſs die Unterschiede beider vorigen (Unterschiede) unter einander wieder, genau die Spannungen ausdrücken, welche sich beim Conflict der Reihe einer Klasse mit der anderen Kl. erst bilden, und damit Action veranlassen sollten. Ritter a. a. O. S. 283 etc.

B) Von den Wirkungen der einfachen galvan. Kette.

§. 116.

XXXII. Vers. Vier kleine weisse Conservgläser, von denen jedes mit verdünnter reiner

Salzsäure zur Hälfte gefüllt ist, stelle man so in eine Reihe, daſs sie gehörig beleuchtet werden können, und bringe dann in das erste eine Gold-, in das zweite eine Silber-, in das dritte eine Kupferplatte, und in das vierte giesse man soviel Quecksilber, daſs der Boden des Glases vollkommen bedeckt wird. Ist diese Vorrichtung getroffen, so tauche man in die Säure des ersten Glases ein polirtes Zinkstäbchen, jedoch ohne die Goldplatte zu berühren: die Säure wird das Zink angreifen, und indem sich ein Theil davon auflöst, werden von seiner Oberfläche aus kleine Gasbläschen aufsteigen, während die Goldoberfläche unverändert bleibt. Sobald als die ersten 6—8 Bläschen am Zinke entwickelt sind, bringe man beide Metalle dadurch in Berührung, daſs man das Zinkstäb en tiefer eintaucht: augenblicklich wird sich die ganze Goldoberfläche, so wie die des umflossenen Zinks, mit Gasbläschen bedecken, die schnell in Gestalt kleiner Ströme aufwärts steigen, und hier entweder in einer mit Wasser gefüllten Vorrichtung, die der von Fig. 14. d. I. B. ähnelt, aufgefangen werden können, oder sich mit der atmosphärischen Luft vermischen. Denselben Versuch wiederhole man mit anderen Zinkblättchen bei den übrigen Metallen: beim Quecksilber wird die Gasentbindung mit

gleicher Lebhaftigkeit wie beim Golde von statten gehen, beim Silber minder lebhaft, beim Kupfer am schwächsten.

1) Die Zinkstäbchen zu diesen Vers. läſst man sich am besten in Apotheken mittelst der Höllensteinform giessen. Wählt man gemünztes Gold oder Silber, so verliert man etwas am Gewichte; ein Louisd'or verliert bei zu langem Experimentiren öfters mehrere As, wiewohl er dadurch verhältniſsmässig reicher an Gold wird. Reines Gold erleidet keinen Gewichtsverlust. Wendet man statt der Salzsäure reine Salpetersäure an, so kann man nur mit reinem Golde oder mit Platin und Zink operiren, weil Kupfer, Quecksiber und Silber in Salpetersäure sehr leicht auflöslich sind, dabei andere Gase entwickeln, und dadurch die reine Beobachtung obiges Phänomens verhindern; ohnerachtet eben wegen der Auflöslichkeit jener Metalle in Salpetersäure die Wirkung der mittelst dieser Säuren construirten Kette weit energischer ist.

2) Der Versuch selbst wurde von Walloston zuerst angestellt; wendet man Gold an, so ist die Gasentbindung so heftig, wie man sie kaum bei einer (späterhin zu erwähnenden, mit Kochsalzlösung gebauten) galvan. Säule, von 2000 Plattenpaaren sieht, und nach Ritter wird sie nur von der anfänglichen Wirkung einer gleichgrossen Säule übertroffen die mit Salmiaklösung gebaut ist. Die Bläschen welche das Gold bedecken sind Wasserstoffgas (Hydrogéne) oder brennbare Luft, denen ähnlich welche zuerst in geringer Zahl am Zinke entbunden wurden. In dem Maase wie sich auf dem Golde das Hydrogengas ent-

bindet, wird der Zink oxydirt, d. h. mit Sauerstoff (Oxigéne) oder Lebensluft vereinigt; beide der Wasserstoff am Golde und die Sauerstoffbasis am Zinke sind durch die Wirkung der Kette aus dem Wasser hervorgegangen, und können wie die Folge lehren wird wiederum zu Wasser vereint werden. — Die Ordnung der Metalle rücksichtlich jener Wirkung in der Kette, ist Platin, Gold, Quecksilber, Silber, Kupfer, Zinn. Verbindet man zwei auf diese Weise vorgerichtete Gläser, so ist Lage und Wirkung verdoppelt.

3) Nimmt man drei, vier u. s. w. Zinkstäbcken zu jedem einzelnen heterogenen Metalle, des obigen Vers., so wird die eigenthümliche Wirkung der Kette nicht vermehrt, sondern eher vermindert; bringt man hingegen noch ein zweites Goldstück mit dem ersten in Contact, während man eins derselben mit einem dünnen Zinkblättchen berührt, so wächst die Gasentbindung bedeutend, indem sie nun an beiden Goldstücken so stark ist, wie sie zuvor bei dem einen war. Bindet man, nach Ritter, das eine Ende eines langen Zinkdrathes, so um das Ende eines gleichlangen Platindrathes, daſs er mit demselben einen Winkel macht, dessen Schenkel unten $\frac{3}{4}$ Zoll von einander abstehen, und taucht beide Schenkelenden in zuvor ausgekochtes destillirtes Wasser; so zeigt sich nach langer Zeit am Platindrath auch nicht ein Glasbläschen. Taucht man dagegen jene Schenkelenden in Kochsalzlösung, so bemerkt man einige Bläschen; wählt man dagegen statt der Kochsalzlösung die concentrirte des Salmiaks, so überzieht sich der Platindrath viel schneller mit Bläschen und einige davon steigen in die Höhe, einen annoch un-

unterbrochenen Gasstrom bildend. Bringt man endlich die heterogenen Metallbogen-Enden in verdünnte Schwefel-, Salz-, oder Salpetersäure, so zeigt sich jene starke Gasentbindung, welche die Bläschen in ununterbrochenen Strömen entweichen läſst. (Ritter in Gehlens Journ. für Chem. Phys. u. Miner. IV. 4. S. 624) Als R. bei einem ähnlichen Versuch (Gehlen Journ. f. Phys. I. Bd. S. 418) die Enden der Schenkel eines Zinkplatinwinkels in ein Glas mit verdünnter Salzsäure brachte, und am Platindrath die Gasentbindung mit einer bestimmten Energie eintrat, vermehrte er die mit der Säure in Conflict stehende Zinkoberfläche, um das 3—4 fache etc. dadurch, daſs er mit dem Platindrathe noch einen zweiten, dritten, vierten Zinkdrath in die gleiche Verbindung setzte; aber die Gasentbindung am Platindrath wuchs kaum merklich. Verfuhr er hingegen umgekehrt: den einen Zinkdrath mit dem 2t. 3t. 4ten etc. Platindrath in dasselbe Verhältniſs bringend, so gab jeder neue Platindrath fast soviel Gas, als vorher der eine. R. folgert hieraus, daſs, in der Sphäre eines gegebenen galv. Processes, das Zinkendglied (Oxygenpol) ein ihm an Fläche weit überlegenes Silberendglied (Hydrogenpol) mit Hydrogen in solchem Maase versehen kann, daſs dessen Menge fast wie die Flächenzunahme des lezteren wächst; oder daſs alle galv. Processe mit der Vergrösserung ihres Hydrogenpols selbst grösser oder stärker werden, wobei es sich von selbst versteht, daſs die Activität das seine vorige Fläche unvermehrt behaltenden Oxygenpols verhältniſsmässig erhöht wird. R. a. a. O. S. 420.

4) Die sogenannte Wasserzersetzung in der galvan. Kette, wurde bereits 1796 von Asch beobachtet, und späterhin vorzüglich durch Ritter bestätigt. Er bemerkte dabei, daſs die Befeuchtung des Zinksilberpaars mit Wasser nicht an dem gemeinschaftlichen Berührungspuncte der Metalle zu gechehen brauche, sondern, daſs man nur nöthig habe, sie an einem davon entfernten Orte zu verbinden: um eine so starke Oxydation des Zinks zu bewirken, daſs das Wasser von dem erzeugten (weissen) Zinkoxyde milchig werde. Wärme begünstigte die Oxydation, und diese dauerte solange fort, als die Kette verschlossen war. Auch verdampfte das Wasser bei geschlossenen Ketten weit stärker, als bei geöffneten. Berührten sich Zink und Silber bei zwischen liegender Wasserschicht nicht unmittelbar, sondern waren sie durch zwischen liegende Papierstreifen getrennt, so war die Oxydation des Zinks kaum merklich, selbst in weit längerer Zeit.

5) Alle galv. Ketten lassen sich, ausser den bereits bemerkten Verschiedenheiten, in Ketten mit und in Ketten ohne Zwischenraum unterscheiden. Die lezteren sind bei übrigens gleichen Umständen, die wirksameren; und zu ihnen gehört die obige des Versuchs. Aber auch diese Art von Ketten zeigt wenig oder gar keine Wirksamkeit, wenn der flüssige Leiter mit einem der festen keinen chemischen Proceſs, namentlich keine oder nur höchst geringe Oxydation einzuleiten vermag. So ist z. B. eine Kette aus Gold, Silber und Salzsäure unwirksam, eben so eine aus Platin, Gold und Salpetersäure; die erstere wird hingegen sogleich thätig, wenn man statt der Salzsäure: Salpetersäure (als ein das Silber auflösendes Flui-

dum) wählt, und die leztere wenn man der Salpetersäure: Salzsäure zumischt, indem die Salpetersalzsäure (sogen. Königswasser) sowohl das Platin als das Gold leicht auflöst. Diese und ähnliche Erscheinungen zeigen wenigstens die Nothwendigkeit der Gegenwart des chemischen Processes in der galv. Kette, wenn sie mit ihren Electricitäten chemische Wirkungen hervorbringen soll, und diese erstrecken sich zunächst auf die Zersetzung (Zerlegung) des Wassers.

6) R. (N. A. d. Chem. VI. Bd. S. 144) hält die Leiter zweiter Kl. ursprünglich für Leiter, die mit dem Werthe derjenigen der ersten Kl. auftreten, und erst durch die Möglichkeit einer chemischen Action zwischen ihnen und den Leitern der ersten Kl., sofern diese realisirt wird, zu eigentlichen Leitern der zweiten Kl. werden. Mit jenem Werthe der ersten Kl. erschien daher die Salzsäure in der Kette von Gold, Silber und dieser Säure; die electr. Spannungen der Glieder halten sich das Gleichgewicht, und die Kette ist unwirksam. Aber auch selbst bei Leitern die ausser der Kette Metalle angreifen, soll es möglich seyn, sie auf jenem Werthe zurückzubringen (oder vielmehr zu lassen), wenn man die Berührung zwischen Metall und Feuchtigkeit so vorübergehend einrichtet, als möglich, oder wenn man die Feuchtigkeit in so grosser Verbreitung, oder von dem Körper der mit ihr getränkt ist, so fest angezogen, mit dem Metalle zusammenbringt, daſs es aus Zeitmangel nicht zur Oxydation kommen kann. Indeſs leidet dieses noch manche Berichtigung; vergl. Pfaff a. a. O.

7) Ueberhaupt würden sich alle Körper wie zu einer Klasse gehörig verhalten, wenn nicht von den zur vollständigen Kette nöthigen drei Leitern, zwei zum Oxydationsprocesse zusammentreten, und ohne Oxydation würde wohl eine bloſs electrische Spannung (gleich den Electricitätsentwickelungen zweier Metallplatten), aber keine electrisch-chemisch wirksame Kette entstehen; und diese durch den Oxydationsproceſs potenzirte Wirksamkeit der Kette, ist nach R. nur dadurch möglich, daſs mit dem Oxydationsprocesse umgekehrte Electricitäten entstehen, welche diejenigen, die zu Folge der ersten Kl. bereits da waren, schwächen, aufheben, und endlich über sie prädominiren. Die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der ersten Klasse gemäſs erhalten, sind daher stets die umgekehrten von denen, welche sie dem Gesetze der zweiten Kl. gemäſs (d. i. nach eingetretenem, oder vielmehr bei eintretendem Oxydationsprocesse) erhalten; und die Electricitäten, welche zwei Körper dem Gesetze der zweiten Kl. gemäſs erhalten, sind die umgekehrten von denen, die sich nach der ersten Kl. erhalten würden. — Man vergl. damit im vorigen §. Davy's und Pfaffs Bemerk.

8) Volta nennt das Leiter zweiter Kl., was mit dem Metalle vom Gesetz der ersten Kl. abweicht. Ritter hingegen behauptet, daſs jede Abweichung des feuchten Leiters von jenem Gesetze, im Conflicte mit dem Leiter erster Kl., diesen lezteren auch zu einer ähnlichen Abweichung bestimme, und daſs sich beide nach dem Gesetze zweiter Kl. verhalten; daſs somit ohne chemischen Proceſs alles nach dem Gesetze erster Kl., mit diesem Processe

hingegen nach dem Gesetze zweiter Kl. wirke, und daher sowohl in feuchten als festen Leitern die Möglichkeit liege, bei zweckmässiger Aufforderung, die respectiven Electricitätswerthe in die entgegengesetzten umzuändern. Vergl. ob. u. S. 446 N. 6. dies. Grundr. Jedoch ist dabei zu bemerken, daſs, wenn auch die Wirkung nach dem Gesetze der ersten Kl., bereits in die der zweiten übergegangen ist, das Gesetz der ersten Kl. dennoch nicht allen Einfluſs verloren hat; sondern es ist vielmehr auch bei der stärksten Erregung nach der zweiten Kl., zugleich die nach der ersten Kl. mit in ihr enthalten. Der Unterschied besteht nur darin; daſs die Erregungsfähigkeit nach der der zweiten Kl., in je zwei Körpern, stets grösser ist, als nach der ersten Kl., und mithin auch später Grenzen findet, als die nach der ersten Kl — Ueberhaupt scheint die Reihe der Spannungen nach der ersten Kl., nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen erster Klasse, durch die Electricitäten nach der zweiten Klasse, und umgekehrt: die Reihe der Spannungen nach der zweiten Klasse, nichts als die Reihe der Beschränkungsgrade der wahren Spannungen zweiter Klasse, durch die Electricitäten nach der ersten Klasse zu seyn. Merkwürdig ist es übrigens (zugegeben daſs jeder Körper eine doppelte Erregbarkeit in Beziehung auf seine Electrisirbarkeit habe), daſs allemal die Körper zuerst nach dem Gesetze der ersten Klasse erregt werden, bevor Erregung nach dem Gesetze der zweiten Klasse hinzu kömmt, oder das Uebergewicht erhält. Ritter a. a. O. S. 151 u. s. f. — Die

Realisirung des Ueberganges von je zwei Körpern, zu der ihnen nach dem Gesetze zweiter Kl. möglichen Spannung, findet indeſs oftmals viele Hindernisse; und häufig sind es nur Annäherungen zu ihr, oder auch sehr geringe Grade dieser Spannung. Im Allgemeinen kann man sagen, daſs dieser Uebergang erleichtert werde, in dem Maase wie a) die ursprüngliche Oxydationsfähigkeit des Metalls, b) die Fähigkeit zu oxydiren von Seiten des feuchten Leiters und c) die Wärme des lezteren oder beider groſs ist. Nur dann erst, wenn zwei feuchte Leiter in Berührung sind, ist die Spannung augenblicklich so groſs, als sie dem Gesetze der zweiten Kl. gemäſs eintreten kann. Daher ist es auch unmöglich eine galvanisch wirksame Kette aus drei flüssigen Leitern zusammen zu setzen, selbst wenn auch der stärkste Oxydationsproceſs zwischen zweien derselben zu Stande käme. Ein Beispiel einer solchen galvanisch unwirksamen Kette gewährt die Schichtung von wässriger Schwefelkalilösung und Salpetersäure.

9) Alle Leiter der zweiten Klasse sind wasserhaltig (vergl. oben); dieses Wasser wird im Kreise der Kette zur Polarisirung aufgefordert, und so erscheint es entweder entgegengesetzte electrische Zonen darbietend, oder bereits wirklich zu vollkommen entgegengesetzten Werthen oder Qualitäten erhoben; als Sauerstoff und Wasserstoff erscheint es dort, wo die electrische Indifferenz (welche sich zwischen dem Körper erster und zweiter Klasse zu behaupten hat) durch +E aus dem Körper erster Kl., und durch —E aus dem Körper zweiter Kl. gebildet wird; als Wasserstoff dort, wo jene Indifferenz

— E aus dem Leiter erster Kl., und durch + E aus dem Leiter zweiter Kl. erzeugt und erhalten wird. — Der Erfahrung gemäſs zeigt das Wasser bei allen Temperaturen eine (mit hoher Temperatur zunehmende) Fähigkeit zu einer solchen Polarisirung oder Zerlegung in Sauer- und Wasserstoff, die durch jede Art dynamischer Erregung begünstigt werden kann, und sich realisirend stets von electrischer Vertheilung und Indifferenzirung begleitet ist. Es fragt sich aber, ob diese Electricitätserregungen dem Gegensatze von Sauer- und Wasserstoff, und somit überhaupt dem chemischen Gegensatz und der chemischen Anziehung zum Grunde liegen; oder ob umgekehrt der electrische Proceſs durch den chemischen begründet werde? Der Umstand, daſs die electrischen Erregungen chemischen Werth erhalten, wenn sie mit Wasser in Conflict gerathen, scheint wenigstens darauf hinzudeuten, daſs der (chemische) Gegensatz von Sauer- und Wasserstoff, als Folge der electr. Erregung hervorging; aber es fragt sich, ob überhaupt der Unterschied von + E und Sauerstoff, und von — E und Wasserstoff nicht ein bloſs gradueller ist? Einstweilen vergl. man S. 423. 426 — 427 dies. Grundr.

10) Der Sauerstoff geht mit den Körpern an denen er in der Kette erscheint, gewöhnlich Verbindungen ein, und bildet mit ihnen Oxyde, die sich häufig ablösen und entweder zu Boden fallen, oder sich in den Säuren der Flüssigkeit auflösen; wie dieses leztere im obigen Vers. der Fall war, wo das entstandene Zinkoxyd sich sogleich in der Salzsäure auflöste. Der Wasserstoff geht mit den metallischen Leitern, an denen er erscheint, gemeinhin keine Verbindung ein, nur wenige Körper, z. B. Kohle,

Reisblei, Manganoxyd, Tellur, absorbiren ihn. Geschieht dieses nicht, so tritt er entweder als Gas aus der Kette, oder er verbindet sich mit anderen im Wasser (im Leiter der zweiten Klasse) gelösten Stoffen; oder reducirt aufgelöste Metalloxyde, leicht desoxydirbare Säuren etc., indem er dem Oxyde oder der Säure, Sauerstoff entzieht und Wasser damit bildet. Wird auf leztere Weise der oxydirte Körper vollkommen reducirt (seines Sauerstoffs beraubt) so tritt das Reduct ebenfalls sich absondernd, aus dem Kreise der Kette.

11) Offenbar wurde in dem obigen Vers. die chemische Verbindung des Zinks mit der Salzsäure, durch die häufige Sauerstoff- und somit Oxydbildung befördert; öfters wird in solchen Fällen, wo zugleich die Anziehung zwischen Metall und Sauerstoff erhöht ist, auch fremdartiger, nicht aus dem Wasser der Kette gebildeter Sauerstoff, aus der Atmosphäre angezogen, und da diese wie jede Verbindung mit Sauerstoff — wie die Folge zeigen wird auch zugleich die Kettenaction erhöht, so erklärt sich daraus die Beobachtung: daſs galv. Ketten in reinem Sauerstoffgase wirksamer wie gewöhnlich sind, und daſs ein mit Sauerstoffgas (Lebensluft) geschwängertes Wasser, ausgezeichnet thätige Ketten liefert. Zu bemerken ist, daſs alle bis jetzt bekannte (in der Folge darzustellende) hydrogenirte Metalle Leiter der Electricität sind, alle gewöhnlichen, im Kreise der Kette entstandenen Metalloxyde hingegen ausgenommen die sogen. Suroxyde) mehr oder minder isoliren, und zum Theil schon deshalb aus dem Kreise der Kette treten. Ritter im Journ. für Phys. u. Chem. S. 357. Bei beginnenden Oxydationen werden die

Metalle anfänglich mehr positiv, und erst später bei Zunahme der Oxydation negativer als das Metall zuvor selbst war; während sie bei Hydrogenationen von Anfang bis zum Maximum derselben immer mehr positiver werden.

12) Eine sehr merkwürdige Veränderung erleiden endlich noch die Metalle im Kreise der Kette, dort wo sie von der schliessenden Flüssigkeit begrenzt werden. Legt man z. B. auf Silber unter Wasser eine Zinkplatte, oder bringt man Zink und Kupfer, Quecksilber und Eisen unter Wasser, so werden die äussersten Oberflächen des Kupfers, Silbers oder Eisens mit einer höchst dünnen Schicht von hydrogenirtem Metalle überzogen; während das Zink eine nicht bedeutendere Oxydation erleidet. Ritter und Brugnatelli nennen diese Modificationen Ladungen der Metalle im Kreise der Kette R. a. a. O. 371; und ändert man obige Versuche dahin ab, daſs man z. B. ein Zinksilberpaar an den abgewendeten Seiten mit Salzlösung befeuchtet, und die Kette durch einen gebogenen Platindrath schlieſst, der mit seinen Enden die beiden Flüssigkeitsschichten, aber nicht das Silber und Zink selbst berührt, so zeigt der Platindrath nach dem er einige Zeit in dieser Verbindung gewesen und dann herausgenommen worden, electrischen Gegensatz (der jedoch nur gegen ein sehr empfindliches Froschpräparat als wirksam gezeigt werden kann) und wie es scheint an seinem einen Ende höchst geringe Hydrogenation. Einen ähnlichen Gegensatz zeigt aber auch die Wasserschicht zwischen Drath und Platte. Bald werden wir, mit Hülfe der Säule, stärkere La-

dungen der Art zu Stande zu bringen Gelegenheit haben.

§. 117.

XXXIII. Vers. Ein kleines weisses Glas fülle man mit verdünnter Silberauflösung (in Salpetersäure), ein zweites daneben stehendes mit verdünnter Salzsäure, und setze beide Flüssigkeiten dadurch in feuchte leitende Verbindung, daſs man einen mit destillirtem Wasser angefeuchteten Papierstreifen, mit seinem einen Ende in die Salzsäure, mit dem anderen in die Silberauflösung tauchen läſst. Jetzt tauche man einen Gold- oder Platindrath in die Silberauflösung und einen Zinkdrath in die Salzsäure; in dem Augenblicke da man beide Dräthe, ausserhalb der Gläser unter sich in Berühhrührung setzt, und somit eine vollständige galvanische Kette darstellt: zeigt sich das äusserste Ende des Platindrathes glänzender wie zuvor, und nach und nach bildet sich von der Spitze dieses Drathes aus, ein schöner sogenannter Silberbaum. Wählt man anstatt der Silberauflösung eine ähnliche Bleiauflösung, so erhält man am Platinende einen Bleibaum, und ähnliche Reductionen erleiden unter gleichen Umständen, die meisten aufgelösten Metalloxyde; und bei allen ist das am negativen (Platin-) Drathe frei werdende und wirkende Hydrogen,

der reducirende Stoff. Vergl. Sylvester über die Niederschlagung der Metalle durch einander. Gehlens Journ. für Chem. u. Phys. I. S. 540 etc.

1) Metallreductionen zeigen, vorzüglich wenn sie mittelst galvanischen Ketten in Form krystallinischer Niederschläge bewirkt werden, sehr häufig in ihrer Gestaltung einige Aehnlichkeit mit Moos, oder baumartigen Gebilden, und werden daher Metallvegetationen oder Metallbäume (Arbores s. Vegetationes metallicae) genannt; und können rücksichtlich dieser Bildung als Erfolge mehrerer in Conflict gerathener Kräfte angesehen werden, wohin vorzüglich die ursprüngliche Krystallisationskraft jedes Metalls, und die besondere Richtung der bei der Bildung entladen werdenden Electricität gehören.

2) Gieſst man eine verdünnte Silberauflösung auf reines Quecksilber, oder steckt man in eine verdünnte Kupferauflösung blankes Stabeisen, oder in eine alkalische Zinnauflösung Kupferstäbe, oder in eine Bleiauflösung einen Zinknagel, so erhält man in allen diesen und ähnlichen Fällen, metallische Niederschläge der obigen Art, die nach ähnlichen Gesetzen gebildet werden. Wählen wir zur besseren Verdeutlichung dieser schon längst bekannten, aber erst neuerlichst als galvanische Ketten anerkannten Processe, die Niederschlagung des Bleies durch Zink als leicht zu wiederholendes Beispiel aus, um die Art zu erläutern, wie hier und in ähnlichen Fällen eine galvanisch wirksame Kette zu Stande kommt.

§. 118.

XXIV. Versuch. Ein Loth essigsaures Blei (Bleizucker) werde in neun Loth kochendem Wasser gelöst, und nachdem die Lösung filtrirt worden, in ein weites Glas gegossen, das davon ganz erfüllt wird. Dieses verstopft man mit einem Korke, in welchem ein Zinknagel mit der Spitze so eingesteckt ist, daſs der Kopf desselben bis in die Mitte des Glases reicht. Das Blei schlägt sich an demselben sogleich als ein schwarzgraues lockeres Pulver und allmälig in metallischer Gestalt nieder, und bildet glänzende Blättchen, die binnen 24 Stunden einen umgekehrten Bleibaum darstellen.

1) Der älteren alchemistischen Benennung des Bleies gemäſs, nennt man diesen Bleiniederschlag auch Arbor Saturni, so wie den des Silbers Arbor Dianae, den des Zinnes Arbor Jovis, den des Kupfers Arbor Veneris etc. Die Ordnung, in welcher sich die Metalle aus den Säuren einander niederschlagen, ist bei allen Säuren dieselbe, und mehreren Beobachtungen gemäſs folgende: Zink, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Blei, Zinn, Kupfer, Wismuth, Spieſsglas, Tellur, Arsenik, Mercur (Quecksilber), Silber, Gold, Platin, in der Weise, daſs das früher genannte Metall das später folgende aus seiner Auflösung in Säuren fället. Bei den alkalischen Metallauflösungen, namentlich bei denen des oxydirten Bleies, Zinnes, Zinks, Spieſsglases, Scheels, Molybdäns, Silbers und Tellurs, findet anch die Herstellung

in den metallischen Zustand, durch ein anderes ebenfalls in Alkalien auflösliches Metall, ingleichem durch Phosphor, zum Theil auch durch Kohle statt, so wie auch selbst mehrere saure Metallauflösungen durch Schwefel oder Kohle oder Phosphor oder Wasserstoffgas mehr oder minder vollkommen gefällt werden. Vergl. Bergmann de attract. electivis; in seinen opusc. phys. chem. Vol. III. S. 340. Klaproths Versuche über die Herstelluug der Metalle aus alkalischen Auflösungen, im N. J. d. Chem. II. S. 498. Kastner: Beitrag zur Kenntnifs des Verhaltens der Kohle, des Schwefels und des Phosphors, zu den wässrigen Lösungen der metallischen Salze; in dessen Beiträgen etc. II. S. 68 etc. S. 79 etc. — Ueber die Ausdrücke fällen, niederschlagen, Niederschlag etc. in der Folge; vorläufig vergl. man Kastners Grundr. d. Chem. I. S. 95—97.

2) Dafs diese ähnliche Fällungen der Metalle nicht blofs aus der grösseren Anziehung des fällenden Metalls (hier des Zinks) zu dem Sauerstoffe, im Vergleich mit derjenigen des gefällt werdenden Metalls (hier des Bleies) zu demselben Stoffe (mit dem es in der Auflösung bereits verbunden ist) abgeleitet werden könne, und dafs wirkliche galv. Action dabei im Spiele sey, welche die Fällung möglich macht, beweisen verschiedene vorzüglich von Grotthuss (Journ. f. Chem. Phys. u. Mineralog. V. S. 120 etc.) angestellte Beobachtungen. Als G. eine mit Weingeist verdünnte und dadurch specifisch leichter gewordene farbenlose salpetersaure Silberauflösung, über blaue salpetersaure Kupferauflösung schichtete, und hierauf einen kleinen Zinkcylinder in die farbenlose salpetersaure Silberauflösung (welche

nicht zu sehr oxydirt, und dem Lichte nicht ausgesetzt gewesen seyn mufs) senkte, entstanden sogleich Silbervegetationen, die nach 24 Stunden zur blauen Kupferauflösung gelangten, und nun auf ihren Extremitäten Kupfer metallisch fällten. Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. V. S. 120 etc. Bringt man in d. obig. XXXIV. Vers. das Zink auf den Boden des Glases, so wächst der Bleibaum sowohl nach den Seiten als auch nach oben zu, wo das Zink gar nicht mehr, sondern nur das kurz zuvor reducirte Bleiblättchen existirt, und mithin auf dieselbe Weise wie früher das Zink selbst, auf die übrige Bleiauflösung wirkt. Auch wird dabei nicht etwa das früher erzeugte Bleiblättchen dadurch in die Höhe geschoben, dafs sich unten zunächst an dem Zink ein neues Blättchen niederschlägt; sondern die Erweiterung des Bleibäumchens geht sichtbarlich durch neuen Ansatz von den letzten Spitzen und Grenzen aus weiter. G. a. a. O. Ueber die Art, wie sich dabei die mehr oder minder durch Reduction von Bleiauflösung entleerten Flüssigkeitsschichten, wiederum mit den weiter nach oben oder seitwärts gelegenen Bleiauflösungstheilen schwängern, vergl. Kastners Beitr. I. S. 202 etc.

3) In demselben Maase wie die Reduction des Bleies in dem obigen XXXIV. Vers. von Statten geht, fährt das Zink fort, sich zu oxydiren und in der Säure aufzulösen, die zuvor mit dem Bleie verbunden war. Diese fortschreitende Oxydation des Zinkes, geht auch dann noch und nicht minder energisch fort, wenn das Zink schon vollkommen mit graulich-schwarzem Bleiniederschlage bedeckt ist, und währt überhaupt so lange bis sich das letzte Bleitheilchen ausgeschieden hat.

4) Mehrere Physiker halten dafür, daſs diese und alle ähnliche Metallniederschläge durch andere Metalle oder durch Kohle auf nassem Wege (d. i. im Beiseyn einer tropfbaren, näſsenden, wasserhaltigen Flüssigkeit) anfänglich nur durch die stärkere oben erwähnte blosse chemische Anziehung zum Oxygen, und späterhin erst, durch die dann — 1) aus dem reducirenden Metalle, 2) aus dem ersten Atome des reducirten und 3) aus der übrigen Metallauflösung — gebildete galvanische Kette (oder vielmehr durch die Electricitätserregung und Wasserzersetzung dieser Kette vergl. d. vorigen §.), bewirkt werden; indeſs scheinen verschiedene Beobachtungen dafür zu sprechen, daſs der Proceſs gleich von Anfang an galvan. Natur ist. Abgesehen von der (nicht füglich zu erweisenden) Möglichkeit, daſs jede Flüssigkeit der Art, wie sie im obigen Vers. vorkömmt, aus verschiedentlich mit Metallsalz geschwängerten Schichtungen bestehe (woraus sich denn mit Einschluſs des reducirenden Metalls eine Kette aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle ergebe); scheint aus Ritters Beob. zu folgen, daſs das reducirende Metall ursprünglich auf seiner Oberfläche, den electrischen Werth zweier heterogenen Metalle, die sich in einzelnen kleinen Stellen als durch electrische Ladung entstandene Pole gegenüber liegen, annehme, und dadurch bereits eine aus zwei festen Leitern und einem flüssigen Leiter bestehende wirksame Kette darstelle; so wie R. überhaupt jede im Beiseyn des liquiden Wassers stattfindende Oxydation, für den Erfolg einer ähnlichen gebildeten galvanischen Kette hält, deren Entstehung zunächst durch die Unebenheit des Metalls veranlaſst werde. Vergl. Kastners Beitr. II. B. a. a. O.

Ritter im Journ. für Chem. u. Phys. I. Bd. S. 399 u. s. f.

5) Auch gehören hieher die von Jäger angestellten Versuche, über die Veränderungen, welche verschiedene Pigmente dadurch erleiden, daſs sie im mit Wasser verbundenen Zustande mit einem Metalle, vorzüglich mit dem Zinke in Berührung gesetzt werden. Es sind diese Veränderungen denjenigen ähnlich, welche dieselben Pigmente durch freie Alkalien oder durch freie Säuren erleiden, und in mehrfacher Hinsicht merkwürdig. Legt man nämlich auf eine Zinkplatte ein genäſstes Lakmuspapier, und über dieses ein genäſstes Curcumapapier, und trennt beide, um das Zusammenfliessen der Farben zu verhüten, durch einen zwischengelegten genäſsten weissen Papierstreifen: so bemerkt man an dem Lakmuspapier rundliche, mehr oder minder ästige aneinandergereihte röthliche Figuren, die von einem blauen Grunde umflossen sind; es entsprechen diese geröthelen (d. i. von einer Schwängerung mit Säure zeugenden) Stellen, vollkommen den gelbgebliebenen Stellen des Curcumapapiers, und denen unter beiden befindlichen oxydirten Stellen des Zinks. Unter dem blauen Grunde des Lakmuspapiers hingegen, findet man den Zink glatt und nicht oxydirt, seltner etwas gefärbt angelaufen, und über dem Lakmuspapier das Curcumapapier an denen dem blauen Grunde entsprechenden Stellen röthlichbraun gefärbt (d. h. von einer Schwängerung mit Alkali zeugend). Rhabarberpapier zeigt diese Veränderungen noch schneller. Ritter schlieſst aus diesen Versuchen auf eine verschiedene Ladung des Zinks; so daſs sich an einzelnen Stellen Hydrogenpole und an anderen Oxygen-

pole bilden. In dieser Hinsicht verdienen vorzüglich diejenigen Jägerschen Versuche angezogen zu werden, wo Zinkstangen den Färbestoff der Lakmustinctur, und anderer flüssiger Pigmente fällten, und alkalische Reaction zu bewirken schienen, die sich mit der sauren späterhin mehr oder weniger neutralisirte. Es gehören hieher auch verschiedene ältere Beob., z. B. daſs der Veilchensyrup (von der Viola odorata) in zinnernen Gefässen bereitet blau erscheint, und in metallenen Gefässen aufbewahrt diese blaue Farbe beibehält etc. Vergl. Jäger: in Gilberts Ann. XI. S. 288 u. s. f. Gold und überhaupt die negativen Metalle, zeigten hingegen keine Spur von einer solchen Veränderung. Zink in Verbindung mit Gold, also als gewöhnliche einfache Kette, wirkte schneller, aber zuletzt keine stärkere Färbung oder Fällung hervorbringend, als das Zink für sich. Ebendas. 299.

6) Endlich verdienen auch noch die Leidenfrost'schen Versuche hieher gezählt zu werden. Tröpfelt man nämlich Wasser auf bloſs heises Eisen, so verdampft es schnell, während es auf glühendem Eisen in längerer Zeit verflüchtigt wird, und dabei zu einer eigenthümlichen Bewegung gelangt, welche von erzeugtem (Wasserstoff-) Gase herzurühren scheint. Klaproth beobachtete dasselbe auch bei anderen, durch blosses Wasser nicht oxydirbaren Metallen, z. B. bei Silber und Platin, und wahrscheinlich wurde in diesem lezteren Falle, das Wasser auf dieselbe Weise in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zersetzt, wie es nach Cazalet der Fall ist, wenn man, in einer besonders dazu eingerichteten Geräthschaft, Wasser tropfenweise auf geschmolzenes Glas

fallen läſst: durch die Ausdehnung seines Dampfes bildet es hohle, mit den genannten Gasen gefüllte Glaskugeln; wobei noch bemerkt werden muſs, daſs das glühende Glas leitet. Vergl. LEIDENFROST. De aquae communis nonnullis qualitatibus tractatus. Duisb. 1756. §. 15. p. 30. ZIEGLER: Specimen de digestore PAPINI, ejusque structura et usu. Basil. 1768. 4.; vergl. LAMBERTS Pyrometrie. Berl. 1779. 4. S. 130 u. s. f. LINKS Beitr. zur Physik u. Chemie. St. II. S. 11. Anm. KASTNER in TROMMSDORFFS Journ. XI. St. St. 270 etc. KLAPROTH in SCHERERS Allg. Journ. der Chemie, VII. S. 646—651. OERSTED in GEHLENS N. A. J. der Chem. III. 324. und RITTER in dessen Electr. Syst. S. 286 etc. Diesem LEIDENFROST'schen Vers. rücksichtlich der Producte, und wahrscheinlich auch in Hinsicht der dazu nöthigen galvanischen Bedingungen, ähnelt der LAVOISIERsche Versuch über die Zersetzung des Wassers, wenn man es als Dampf über glühendes Eisen (z. B. durch einen mit Nägel gefüllten Flintenlauf) streichen läſst: das Eisen wird oxydirt, indem es ohngefähr 85 Proc. am absoluten Gewichte zunimmt, während sich 15 Proc. Wasserstoff gasförmig entbinden, und in einer mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne, unter mit Wasser gefüllten umgestürzten Flaschen, mit Hülfe eines an dem einem, aus dem Ofen hervorragenden, Ende angebrachten pneuvmatischen Rohrs angefangen werden kann. Gewöhnlich nöthigt man dadurch den Wasserdampf, sich durch den Flintenlauf fortzubewegen, daſs man eine kleine, drei bis vier Unzen Wasser enthaltende Retorte, mit ihrer Mündung luftdicht in die entgegengesetzte, gleichfalls aus dem Ofen hervorragende, Mün-

dung des Flintenlaufes einküttet, und nachdem der im Innern des Ofens befindliche Theil des Flintenlaufs vollkommen glühet, die Retorte bis zum Sieden des Wassers erhitzt.

7) Die meisten Versuche mit der einfachen galvanischen Kette, sind bis jetzt bei einer Temperatur angestellt worden, die niedriger als die Siedshitze des Wassers war; und da diese bereits so wichtige Resultate gewährten, so dürfte die Beantwortung der Frage; wie sich alle diese Phänomene bei Glühtemperatur ausnehmen würden? für die Wissenschaft sehr interessant seyn; auch zugegeben, daſs Wasserdampf um so mehr isolirend wird, je höher seine Ausdehnung durch Hitze wächst, so nimmt doch umgekehrt das Leitungsvermögen verschiedener Isolatoren, bei hoher Temperatur bedeutend zu. Ob indeſs die Fällungen der Metalle auf trocknem Wege (vergl. Kastners Grundr. d. Chem. I. S. 97), schon zu solchen noch ungekannten Kettenactionen gehören, steht zu bezweifeln.

8) Um sich eine Vorstellung von der Schnelligkeit und ausserordentlich grossen Menge der Electricität und ihrer Entwickelung in der Kette (ohne Zwischenraum) des obigen XXIV. Vers. zu machen, dient eine von Ritter angestellte Berechnung: über die bei der Reduction des Hornsilbers (im Wasser höchst schwer lösliches salzsaures Silber) durch Kochen mit Wasser und Eisen, galvanisch wirksame Menge von Electricität; von der innerhalb 10 Minuten soviel entwickelt wurde, daſs 960 Gran Hornsilber reducirt werden konnten; wozu die beste Electrisirmaschine 13 Tage 18 Stunden und 30 Minuten d. i. 1983 mal soviel Zeit erfordert hätte. Ritter in Gehlens Journ. f. Chem. u. Physik, I. S. 384 ff.

9) Viele ältere Beobachtungen der Chemiker über die Metalle, deren Oxydabilität u. s. w. sind rein galvanischer Natur, und häufig auf gewöhnliche einfache Ketten aus zwei festen und einem nassen Leiter gegründet, und verdienen daher für diese Kette in Anspruch genommen zu werden. Z. B. LAVOISIERS Vers. über die Bestimmung der Oxydabilität der Metalle, wo das Metall mit Wasser über Quecksilber in Berührung gebracht wurde; die in FOURCROY's Système des connoissances chimiques T. V. p. 376 und T. VI. p. 157 u. 182 vorkommenden Beobacht. über Zink und Eisen etc. Die erste gewöhnliche Kette zu chemischen Beob. stellte 1792 FABRONI (GILBERTS Ann. IV. 128—433) dar, dem ASH (v. HUMBOLDTS Vers. über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. I. S. 472), v. HUMBOLDT, RITTER, v. ARNIM, DESORMES, REINHOLD, WALLOSTON, JÄGER, W. PFAFF, BOSTOK, WILSON, TREVIRANUS, GAUTHEROT, BOISSIER, LAGRAVE, PITTARO, ALDINI, IZARN u. a. folgten. Erst späterhin folgten Beobachtungen über die chemische Wirksamkeit einer Kette aus zwei flüssigen (nassen) Leitern und einem Metalle.

§. 119.

XXXV. Vers. In ein gewöhnliches kleines Kelchglas, schütte man ohngefähr soviel von einer möglichst wenig oxydirten salzsauren Zinnauflösung (die durch Kochen des Zinnes mit Salzsäure bereitet worden, und noch etwas freie Säure enthält), daſs das Glas bis zum vierten Theile davon erfüllt wird, schichte dann mit-

telst einer genäſsten Flieſspapierbrücke, dem Maase nach, eben soviel destillirtes Wasser genau darauf, und senke nun einen schmalen einfachen Staniolstreifen behutsam so durch das Wasser, daſs er in die untere dichtere Flüssigkeit hinabreicht, ohne beide Flüssigkeiten zu vermischen; nach kurzer Zeit bemerkt man, daſs in demselben Maase, wie der in die Zinnauflösung herab reichende Theil des Zinnstreifens zerfressen (oxydirt) und aufgelöst wird, sich an der Grenze beider Flüssigkeiten, also dort wo sich eine mehr oder minder verdünnte Auflösung vorfindet, ein Theil des zuvor aufgelöst gewesenen Zinnes metallisch niederschlägt, und eine glänzende, theils kleinblättrige theils nadelförmige Metallvegetation darstellt, die sich nach oben zu so weit fortbildet, als das Wasser noch mit Zinnauflösungstheilchen geschwängert ist. War die Zinnauflösung zu diesem Versuche vollkommen gesättigt, so geschieht die Reduction des Zinns in ihr selbst, und die Oxydation des hineingetauchten Streifens in der verdünnteren Schicht; und wählte man Zinnauflösung von völlig gleicher Dichtigkeit ohne Zusatz einer zweiten leitenden Flüssigkeit (Wasser) so erfolgt gar keine Reduction. Statt des hinein gehängten Metallstreifens kann auch Reisblei, Kohle etc. mit ähnlichem Erfolge gewählt werden. Silber-

Kupfer-, Blei-, und zum Theil auch Zink und Eisenauflösungen zeigen ein ähnliches Verhalten, wenn sie mit einem Streifen oder Drathe desselben Metalles welches sie aufgelöst enthalten, und mit Wasser zu einer ähnlichen wirksamen Kette verbunden werden, und beim Golde, Platin, Wismuth, Tellur, Spiefsglas, Mangan, Kobalt, Nickel etc. ist dasselbe zu erwarten.

1) Bucholz (N. Allg. Journ. d. Chem. III. 324.) machte zuerst die obigem Vers. zum Grunde liegende Beob.; Ritter (Ebendas. IV. 253—281 und Journ. f. Chem. u. Phys. I. S. 410. ff.) erkannte sie als galvanisches Phänomen, bestätigte und erweiterte sie, und suchte vereint mit B. die Bedingungen des Gelingens derselben festzusetzen (R. a. a. O. u. Bucholz im Journ. für d. Chem. Phys. u. Mineralog. V. 127—142).

2) Diese Bedingungen bestehen ausser den bereits erwähnten hauptsächlich darin, a) dafs die Metallauflösung von einer Beschaffenheit, der Auflöslichkeit und Concentration nach, sey, welche eine zu schnelle Vermischung mit der überstehenden Flüssigkeit, wodurch das dreigliedrige und dadurch wirksame Verhältnifs der Kette aufgehoben würde, hindert; b) dafs das Oxydationsverhältnifs der Glieder der Kette verschieden sey. R. a. a. O.

3) Es läfst sich die Kette des obigen Vers. auch in eine mit Zwischenraum umwandeln, wodurch eine noch genauere und deutlichere Beob. des ganzen Phänomens möglich wird, welche zugleich beweifst,

dafs die Action der Kette, und die daraus an zwei verschiedenen Orten derselben entspringende Oxydation und Hydrogenation am stärksten ist, wenn concentrirte Metallauflösung und verdünnte von einem mittleren Grade der Verdünnung, die beiden flüssigen Leiter der Kette darstellen. Man erreicht diese Bedingung, wenn man nach RITTER (a. a. O. S. 261. ff. u. Journ. für Chem. u. Phys. I. S. 427 etc.) die beiden rücksichtlich ihrer Verdünnung verschiedenen Flüssigkeiten, in die zwei Schenkel einer V förmigen Röhre bringt, und dann oben von einem Schenkel zum anderen mit Metallstreifen des aufgelösten Metalls leitend verbindet. Enthält unter diesen Umständen der eine Schenkel blofs Wasser, so ist weit weniger Wirkung da, als wenn er auch nur mit einer 1024fachen Verdünnung gefüllt ist. Die minder concentr. Flüssigkeit bildet dabei stets den Hydrogenpol, die concentrirtere den Oxygenpol, und die Action der Kette wächst (wie immer) dann, wenn der Hydrogenpol stärker oder vergrössert wird.

§. 120.

Jene doppelte electrische Erregbarkeit (§. 113. N. 13.), welche die Möglichkeit jeder galvanischen Kette begründete, und selbst in den letzterwähnten Versuchen deutlich bemerkbar wurde, scheint aber nicht blofs das Eigenthum der anorganischen Natur zu seyn, sondern auch in den Organismen und in den Reizungsverhältnissen ihrer Theile, mehr oder minder modificirt, wie-

derzukehren. Da indeſs diese Untersuchungen Gegenstände der **Physiologie** sind, und hier nur im Allgemeinen berührt werden können, so genügen wir uns damit, theils einige der merkwürdigsten Erscheinungen der Art anzuführen, theils auf die Quellen zu verweisen, durch deren Benutzung ein gründliches Studium dieses Theils der Naturlehre des Organismus möglich ist.

1) Schon früher untersuchte Volta das Verhältniſs galv. Erregung gegen die Sinnesorgane; dahin gehören die Versuche mit einer Zink- und Silberplatte, von denen die eine auf, und die andere unter die Zunge gelegt wird, vereint erregen beide im Augenblick der Schliessung einen säuerlichen oder bitterlichen Metallgeschmack. Eben so bemerkt man nach Hunter einen Lichtschein, wenn man einen Zinkstab am Zahnfleisch der untern Kinnlade, und einen Silberstab in den Augenwinkel bringt, und beide nachher an den freien Enden gegenseitig in Berührung setzt. — Füllt man einen metallenen Becher (zinnernen) mit Kalkmilch, oder schwacher alkalischer Lauge, faſst den Becher mit einer oder beiden mit Wasser genätzten Händen, und bringt die Zungenspitze auf die in dem Becher enthaltene Flüssigkeit, so erhält man bei der Berührung der Flüssigkeit einen entschieden sauren Geschmack, der endlich dem eigenthümlichen alkalischen weicht. — Füllt man einen zinnernen oder besser zinkenen Becher mit reinem Wasser, setzt ihn auf eine Silberplatte, und berührt stark gegen drückend mit einer der genäſsten Hände die Silberplatte, während man mit der Zungenspitze

das Wasser berührt, so erhält man gleichfalls einen deutlichen sauren Geschmack. Vergl. S. 462 d. I. B. dies. Grundr. — Verletzt man einen Theil des Körpers, z. B. die Aussenseite der Hand, an zwei Stellen, belegt die eine Wunde mit einem Zinkstäbchen, die andere mit einem Silberdrath, und vereint beide auf gleiche Weise wie in den vorigen Versuchen, so bemerkt man im Momente der gegenseitigen Metallenden-Berührung eine stechende Empfindung an beiden Stellen, besonders aber an der Zinkseite. Mehrere Versuche der Art haben v. Humboldt etc. angestellt. — Volta in Grens Journ. VI. 414. VIII. 65—77.

2) Unter den Säugthieren sind besonders die Hunde sehr empfindlich für die Wirkung jenes Reizes auf die Zungenwärzgen. Die Vögel, unter allen Thieren diejenigen, bei welchen die Respiration am weitesten ausgebreitet, die Luftzersetzung am stärksten und die thierische Wärme am gröſsten ist, zeigen die kürzeste Dauer galv. Erregung. Schreitet man bei kleinen muntern Vögeln nicht sehr schnell zur Nervenpräparirung, so wirkt auch der stärkste Reiz nicht mehr. Die Flügel kleiner Hühnchen (etwa 14 Tage alt) kann man mit Zink und Gold in Bewegung setzen. Steckt man einem sterbenden Vogel, ein Zinkblättchen zwischen den Schnabel, und einen Silberdrath in den After, und verbindet beide Metalle durch einen metallenen (z. B. eisernen) Bügel; so öffnet der Vogel die Augen und schlägt mit den Flügeln. Eine dauernde Reizbarkeit zeigen die Amphibien, die deshalb, so wie durch ihren fast durchsichtigen und zugleich sehr starken Körperbau, und durch ihr reines Muskelfleisch, die Aufmerksamkeit der Physiologen zu galv. Versuchen

vorzüglich auf sich zogen. Die unzerstörbarste Reizbarkeit unter allen, zeigen Frösche und Flufsschildkröten; so wird z. B. die europaische Schildkröte noch von einem Zinksilberpaare afficirt, wenn auch schon ihre Muskeln in Fäulnifs übergegangen sind. Bei jüngeren Fröschen ist die Reizbarkeit grösser, als bei älteren; bei den Weibchen stärker als bei den Männchen, und die beste Zeit mit ihnen zu experimentiren, ist, wenn man sie aus dem Winterschlafe erweckt, und in gelinder Stubenwärme belebt. Zu gewöhnlichen Versuchen, schneidet man mit einer guten Scheere, mit 2—3 Schnitten: Kopf, Vorderbeine und Bauchfell ab, zieht dann schnell von denen in der Hand gehaltenen, mit dem Rückmark zusammenhängenden, Hinterbeinen, die Haut ab, und theilt endlich von unten herauf das Rückmark um einige Linien, durch einen nach dem Kopfende zugehenden Schnitt, jedoch so, dafs die Nervenbündel oben noch zusammenhängen etc. Bei electr. Schlägen, verwandelt sich die braungrüne Hauptfarbe der Frösche, in die blaue, meergrüne und gelbe Farbe; Farbenänderungen worauf schon Gemüthsbewegungen Einflufs zn haben scheinen. Eidechsen zeigen gewöhnlich einen hohen Grad von Reizbarkeit, und heftige Muskelcontractionen, wozu vorzüglich ihre feineren Nerven und ihr verhältnifsmässig grösseres Gehirn beiträgt; aber wegen der wenigen Medullarsubstanz in den Gliedmassen, und dem grossen Consens mit dem Hirn, erschöpft der Reiz eines Zinksilberpaares sehr bald die Reizfähigkeit. Vorzüglich hat man dieses in wärmeren Gegenden an der grünen Eidechse bemerkt, die vor anderen noch dadurch merkwürdig ist, dafs jeder feuchte Leiter, auf den

Leib getröpfelt, vorzüglich aber oxygenirte Salzsäure, oder auch jede Lage, worin der ganze Schwanz mit Wasser bedeckt ist, convulsivische Bewegungen hervorbringt. — Die Fische zeigen einen hohen Grad von Muskelkraft; das Rückenmark, die Nervenäste, welche in die Flossen gehen, sind beim Tobiasfisch, Perca Lucioperca, Perca Cernua, Cobitis fossilis, Cyprinus Tinca, und den Karpfen sehr leicht zu armiren; die Contractionen sind heftiger und lebhafter wie bei den Amphibien; alkalische Lösungen, Säuren, vorzüglich oxygenirte Salzsäure erhöhen sie ungemein. Aale, Schleien etc. werden durch leise Metallberührung schon afficirt; auch Fischherzen sind für diese Reize und oxygenirte Salzsäure sehr empfänglich. — Entblöſst man bei einem Insecte, durch einen Horizontalabschnitt die Bewegungsnerven bei ihrem Ursprunge aus dem Gehirne, so entstehen, wenn die Metalle auch bloſs die Nervenfaser treffen, lebhafte Contractionen in den Extremitäten; der vortheilhafteste Punct ist die erste Schlinge, welche sie in der Kugel bilden. Das zähe Leben der meisten Insecten, läſst schon erwarten, daſs ihre Reizfähigkeit ziemlich dauernd seyn werde, und wirklich zeigen z. B. viele Bockkäferarten, aufgespieſst öfters nach 4 Wochen noch, nach vorangegangenem Metallcontact sehr lebhafte Bewegung. Ichnevmon punctator bewegt sich ohne Kopf nach vier Tagen noch heftig mit dem Hinterleibe, wenn man ihn mechanisch reizt. Alkohol bewirkt dagegen gewöhnlich heftige Atonie; bei den Coleopteren binnen 15—20 Minuten, beim Flicker (Cerambyx Cerdo) und Zimmermann (Cerambyx aedilis) binnen einer halben Stunde eben so bei den Stubenfliegen. Eine sehr wirksame

Kette, noch besser oxygenirte Salzsäure erweckt sie wieder. Hymenopteren z. B. die Hornisse (Vespa Crabro) zeigen, wenn der Kopf auch seit 14 Tagen abgeschnitten ist, auf den Metallreiz (schon von einem Zinkkupferpaare) heftiges Zittern in den Extremitäten. — Armirt man todte Krabben an den Gelenken der rechten Scheere mit Zink, und den linken Hinterfuſs mit Kupfer oder Silber, so werden durch den Contact beider Metalle lebhafte Zuckungen erregt. Ist das erste Glied eines Krebsfusses abgelöst, und wird die Wunde mechanisch gereizt, so kann der Krebs nach Willkühr noch das zweite Glied fahren lassen; eben so kann der südamerikanische Wanderkrebs (Cancer ruricola) seine Scheeren loslassen; vorzüglich wenn der mechanische Reiz zugleich galvanischer ist. Steckt man dem Taschenkrebs (Cancer Pagurus) Zink in das Maul, während man die gestengelten Augen mit einem silbernen Conductor berührt, sa kann man beide Augen, durch den Contact beider Metalle erschüttern. — Berührt man mit einer silbernen Pinzette die fasrige Haut, welche am Fusse des Dintenwurms (Sepia officinalis) die Saugwarzen ringförmig umschlieſst, so verengt sich der Rand dieser Haut, und einmalige Berührung beider Metalle erschöpft alle Reizbarkeit der Saugwarzen. Lumbricus und die Gattung Helix zeigen übrigens unter den Würmern die lebhafteste Reizbarkeit. Nicht minder wirksam zeigt sich der Metallreiz bei den Mollusken, Naiden, Lernäen, Askariden und dem Bandwurme.

3) Um die Stärke zweier Belegungen in Hinsicht der Erregung gegen thierische Muskel und Nervenfaser zu erfahren, gab Ritter folgendes Verfahren an; um zu wissen, ob Zink und Gold, oder

Zink und Kupfer mehr wirken, armirt man den Nerven eines von zweien unter sich in Verbindung stehenden Muskeln mit Gold, den des andern Muskels mit Kupfer und verbindet diese beiden Metalle durch Zink. Auf der Seite des Goldes entstehen Zuckungen, mithin ist dieses wirksamer als Kupfer, wenn beide mit Zink verbunden werden. Um den Unterschied der Wirksamkeit beider zu bestimmen, bringt R. zwischen das Kupfer und den Nerven einen anderen Leiter, welcher, allein damit verbunden, Contractionen auf der Kupferseite geben würde. Ein solcher Leiter ist das Gold. Hier erfolgt nun keine Wirkung, woraus R. schliefst, dafs der Unterschied der Wirksamkeit des Kupfers und Goldes, und der des Zinks und Kupfers, gleich der Wirksamkeit des Goldes und Kupfers. Sofern nun der Unterschied der Verwandtschaftsgrade zum Zink und Kupfer gerade so grofs ist, als der von Kupfer und Gold, so verhalten sich die durch zwei verschiedenartige Metalle hervorgebrachten Wirkungen, wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff. Vergl. ob.

4) Belegt man nach R. den Nerven mit Zink, den Muskel mit Silber oder Reisblei (Graphit), so bleibt die Reizbarkeit bei ungeschlossener Kette anhaltender; der umgekehrte Fall tritt ein, wenn der Nerve mit Silber und der Muskel mit Zink belegt wurden; es zeigen dann die in einer geschlossenen Kette gelegenen Muskeln, beim Oefnen der Kette, heftige und dauernde Erregung, die bei der Kettenschliessung wieder aufhört. Treviranus hat indefs hiergegen einige bedeutende Einwendungen gemacht. Im ersten Fall wird die Erre-

gung vermindert, im zweiten vermehrt. Auch versuchte es R. zu beweisen, dafs sich in dem lebenden thierischen Körper stets eine geschlossene Kette finde, aus Muskelfaser, Nervensubstanz und Flüssigkeit bestehend, wodurch eine fortdauernd galvanische Wirkung in demselben Statt finde. (Vergl. dessen Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs in dem Thierreiche begleite. Weim. 1799). Dessen Beitr. II. St. 3 u. 4. und dessen Schreiben an VAN MONS etc. N. A. Journ. d. Chem. VI. S. 141 u. 153.

5) Ein thierisches Organ mit unter sich heterogenen Excitatoren des Galvanismus in Berührung setzen, heifst dasselbe bewaffnen (armiren). Gewöhnlich armirt man den Nerven durch eine Zinkplatte, und bringt dann zur Schliessung der Kette, einen gebogenen, an den Enden stumpfen und abgeglätteten Drath eines anderen Metalls (leitender Bogen genannt), mit seinem einen Ende an die Zinkplatte, mit dem anderen an den Nerven oder dessen Muskel. Muskeln, welche nicht mehr zucken, wenn man mit dem Silberbügel erst das den Nerven armirende Zink, dann den Muskel berührt, zucken öfters noch, wenn man den Bügel erst an den Muskel und dann ans Zink legt. Auch kann man nach ACHARD, das eine Ende des leitenden Bogens mit einer breitgedrückten Kugel versehen, um so dem Muskel eine grössere Berührungsfläche entgegen zu bringen. Die Zuckung des Muskels erfolgt bei der Schliessung, und hatte der silberne Bogen ebenfalls den Nerven berührt, so zuckt dennoch der nicht von Metallen unmittelbar berührte Muskel des Nerven. Hingegen erfolgen in einem Muskel keine Zuckun-

gen, wenn dessen Nerve oberhalb eines Unterbandes armirt wird, wohl aber in einem anderen Muskel, dessen Nerven zufällig jenen unterbundenen Nerven oder überhaupt jene Kette berührt. Metalle und Kohle, und nach v. Humboldt auch der an Kohlenstoff reiche lydische Stein (dessen Bemerk. über die lebendige Muskelfaser als anthrakoskopische Substanz, in v. Crells chem. Annal. II. 3.), so wie statt der Metalle die schwefelhaltigen Erze, bringen ähnliche Erfolge hervor. Auch wenn sich zwischen Nerv und Metall, oder auch zwischen beiden Metallen ein feuchter Leiter (z. B. Wasser, todtes frisches Fleisch etc.) befindet, treten jene Erregungen ein; vergl. v. Humboldt Vers. üb. die gereizte Muskel- und Nervenfaser etc. Posen u. Berlin 1797. 8. I. 68. 70. und Pfaffs Einwendungen gegen die Wirksamkeit der Kette, wo auch die Metalle durch feuchte Leiter getrennt sind, in Grens Journ. VIII. 211. Armirt man nach v. H. (v. Crells Annal. 1795. II. 5.) beide: Nerv und Muskel mit zwei Platten ein und desselben Metalls, z. B. Zink, und verbindet beide Platten durch ein Goldstück; so findet keine Erregung statt, tritt hingegen sogleich ein, wenn das Gold auf einer seiner Flächen befeuchtet, z. B. angehaucht wird. — Bildet indeſs nach R. (vergl. N. 4.) der lebende thierische Körper eine wirksame Kettenreihe, wo in jeder einfachen Kette der Nerv und Muskel zu dem feuchten Leiter, wie Zink und Silber im Verhältniſs stehen, so wird es auch möglich, daſs bei hoher Reizbarkeit selbst ein Metall hinreicht, um Zuckungen zu erregen. Jedoch scheint bei den meisten Versuchen der Art, die bis jetzt angestellt wurden, wirklich eine wiewohl höchst geringe Ver-

schiedenheit der angewendeten Metallstücke ein und desselben Metalls obgewaltet zu haben. Vergl. Volta in Grens N. Journ. II. — Aldini a. a. O. und v. Humboldt (über gereizte Fas. I. 60.) wollen dergleichen Erregungen bemerkt haben. Aus dem obigen Gegensatze von Nerv und Muskel erklären sich dann auch jene merkwürdigen Zuckungen, durch blosse gegenseitige Berührung thierischer Organe ein und desselben Thiers, vergl. v. Humboldt a. a. O. S. 32 u. Rheinhold de Galvanismo. I. p. 28; und die noch merkwürdigeren Aldini's (Gilberts Ann. XI. 216.) über ähnliche Wirkungen aus entblöſsten Organen eines Thiers, auf entblöſste Organe eines anderen. Daſs zwischen gebrachte Nichtleiter die wirksame Kette unterbrechen, folgt schon aus den früheren Untersuchungen.

6) Gewöhnlich ist die Zuckung bei der Wiederöfnung der Kette, geringer, als sie bei der Schliessung war; indem wahrscheinlich die bei der Schliessung auch in den Organen eingetretene electr. Vertheilung und damit verknüpfte Oxygen und Hydrogenladung (von der die Aufhebung der electr. Indifferenz überhaupt abhängt) bei der Eröffnung wieder aufgehoben wird. Nur, wenn nach Pfaff das Silber den Nerven, und das Zink den Muskel berührt, ist die Zuckung bei der Schichtung sehr schwach bei der Oeffnung sehr stark. Daher sind auch nach Ritter, symenetrische Ketten, z B. wenn der Nerve eines Froschschenkels an zwei Stellen so mit Zink armirt ist, daſs jedes Zinkstück ein Stück Silber hat (SZNZS), oder wenn je an einem Nerven zweier Froschschenkel ein Zinkstück, an jedem Muskel ein Silberstück liegt, und beide Zinkstücke

sich berühren (SMNZZNMS) unwirksam, werden hingegen wirksam, wenn sie aufhören symmetrisch zu seyn. Z. B. obige Ketten in folgende verwandelt: SZNSZ und SMNZSNMZ; vergl. Ritters Beweis etc. §. 11. Der Einfluſs des Mediums auf jene Erregungen scheint nach v. Humboldts Beob. wenig bedeutend zu seyn; vergl. dessen Vers. in verschiedenen Gasen, Wasser, Weingeist, Blut, Salzsäure, Quecksilber etc. Ueber die gereizte Faser. I. 247. Aldini fand jedoch Abnahme der Wirkung in verdünnter Luft; ejusd. de electricitate animali. Bonon. 1794. p. 4.

7) Animalische Organismen zeigen stets mehr oder minder das Electrometer afficirende Electricität; bei einigen kommt es unter günstigen Bedingungen zur Funkenproduction, z. B. bei den Katzen, wenn man sie im dunkelen reibt oder der Haarlagerung entgegen streicht; etwas der Art bemerkt man auch hin und wieder bei Menschen, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte zur Zeit eintretender Menstruation. Vorzüglich zeichnen sich aber einige wenige Wasserthiere dadurch aus, daſs sie fähig sind, die in ihrem Körperbaue vorzüglich begünstigte Darstellung wirksamer galvanischer Ketten, willkürlich zur Ertheilung electrischer Commotionen zu benutzen, und welche von diesem Vermögen, bei andringender Gefahr, als Waffe Gebrauch machen. Dahin gehören: der Zitterrochen (Raja Torpedo), der amerikanische Zitteraal (Gymnotus electricus), der Zitterwels oder Zitterer (Silurus electricus), der Zitterstachelbauch (Tetraodon electr.) und der indische Zitteraal (Trichiurus electr.) Beim Zitterrochen (das einzige unter diesen Thieren, das

in europäischen Gewässern, z. B. im Mittelländischen Meere vorkommt) so wie bei den übrigen besteht das electrische Organ, abwechselnd aus Leitern, den Nerven, der Eiweiſs- und Gallertmasse, wohin Nerven gehen, und aus Halbleitern, den aponevrotischen Blättern, die sich durch die Eiweiſsgallerte hinziehen. Bei jedem dieser Thiere ist indeſs der Bau dieses Organs verschieden. Beim Gymnot. electr. findet es sich oberhalb der Blase, allen übrigen Aahlrücken fehlt es. — Es besteht aus vielen vereinigten Aponevrosen, die den Lamellen nachlaufen, und horizontale, parallellaufende, einen Milliameter von einander entfernte Lagen bilden. Andere verticale Lagen von gleicher Beschaffenheit, nur zahlreicher schneiden sie unter einem rechten Winkel, so daſs beide ein breites tiefes Netz bilden, was aus zahlreichen Zellen mit rhomboidalischen Seitenflächen besteht, und innerlich mit einer schmierigen, gallertartig aussehenden Substanz gefüllt ist. Diese Art electrischer Batterien sind in vier besondere Massen getheilt, man nennt sie die grossen und kleinen electr. Organe. Jene liegen zu oberst unter der Schwimmblase und dem Rückenmuskel, und machen allein mehr als die Hälfte der Dicke des Schwanzes aus, eine breite Scheidewand trennt sie, und giebt ihnen starke Befestigungspuncte; an der Schwimmblase und ihren Muskeln sind sie durch ein dichtes Zellgewebe befestiget, unten endigen sie sich zugerundet in der Gegend der knochichten Stütze der Afterflossen. Die kleinen Organe liegen ganz unten im Schwanze, sie entstehen und endigen sich mit den grossen Organen an einer Stelle, und liegen zu beiden Seiten der knochichten Stütze der Afterflossen; im Ganzen glei-

chen sie zwei langen dreieckigen Pyramiden, deren Seitenflächen mit den Muskelfibern bedeckt sind, welche die verschiedenen Bewegungen der Flossen hervorbringen. Dadurch unterscheiden sich die kleinen Organe sehr von den grossen, die unmittelbar an der Haut festsitzen, also mehr mit den Aussendingen communiciren, und zu stärkern Wirkungen fähig sind. Die horizontalen Lamellen der kleinen Organe laufen nicht immer in ihrer Lage parallel, sondern oft wellenförmig gekrümmt. In einem grossen Organ sind deren 34, in dem kleinen Organ, 14; die kleinen Platten, welche diese rechtwinklicht durchschneiden, sind so fein und zahlreich, daſs ihrer 240 in einem Raum von 25 Milliometer beisammen liegen. Die Nerven kommen vom Rückenmark, und vertheilen sich wunderbar. Ueber die Wirbelsäule läuft ein dickerer Nerve vom Schädel bis zum [Schwanzende, der doch nur wenige Aeste an die electrischen Organe giebt. Es kommt aber von jedem Wirbel ein Nerve, der nicht nur Aeste an die Schwanzmuskeln, sondern auch an dieses Organ Zweige schickt, die an der Oberfläche derselben hinlaufen, und sich auch in die Zellen verbreiten.

Bei dem Zitterwels umgiebt das electrische Organ den ganzen Körper; es liegt unter der Haut als eine Schicht Zellgewebe, was so fest und so dick ist, daſs es einer Lage Speck ähnlich sieht. Es besteht aus einem Netze von aponevrotischen, sich in jede Richtung durchkreuzenden Fasern, dessen Geflechte man nur durch die Loupe entdecken kann. Die kleinen Zellen dieses Netzes sind mit einer eiweiſsartigen Gallerte gefüllt. Die Nerven kommen aus dem Gehirn, und sind dieselben, welche bei allen Fischen

unmittelbar unter die Seitenlinie gehen. Sobald sie aus dem Schädel gekommen sind, nähern sie sich einander, und dringen durch zwei verschiedene Oeffnungen in den Körper des ersten Wirbels, gehen dann an der entgegengesetzten Seite derselben aus einer gemeinschaftlichen Oeffnung wieder heraus, entfernen sich hierauf wieder von einander, und gehen unter die Seitenlinien, dann findet man sie zwischen den Bauchmuskeln, und der sich über das electrisirende Organ ausbreitenden Aponevrose, sie dringen endlich unter die Haut, wo 12 bis 15 Aeste rechts und links von dem Nervenstamm entspringen, die innere Seite des netzartigen Gewebes durchdringen, und sich in demselben verbreiten.

Bei dem Zitterrochen (Raia Torpedo), findet man den Knorpelfortsatz, der in die Ränder des Kopfs einfaſst, unterbrochen. Dieser Raum bildet parallel nebeneinander stehende prismatische Röhren, von 6, 5 und 4 Seiten ausgefüllt, die in ihrer Lage dem hervorragenden und ungleichen Rande des Kopfes und der Kiemen folgen, und wovon die Grundflächen an der Haut der Rücken- und Bauchflossen festsitzen. Nimmt man die Haut hinweg, so sehen die Grundflächen dieser Röhren wie eine Honigscheibe aus, sie sind mit einer Substanz aus Eiweiſs und Gallerte angefüllt. Die Textur dieser Röhrchen ist aponevrotisch, sie sind untereinander durch ein loses Netz aus, sich in allen Richtungen kreuzenden, Fäden verbunden, jede ist mit einer aponevrotischen Platte bedeckt, und nach aussen zu von der Haut umgeben. Alle diese Theile haben sehr dicke Nerven, wovon vier Hauptstämme sich zwischen alle Röhren verbreiten, und sich daselbst verlieren. Sie

spielen bei den electrischen Erscheinungen eine grosse Rolle, sie sind das vorzüglich wirksame Glied in der Kette, sammeln und leiten die Electr. (denn der Wille des Thiers ist zur Hervorbringung des Schlages nöthig), doch sind diese Nerven noch nicht allein hinreichend, diese Electricität zu bewirken, denn man findet sie eben so bei allen Rochenarten, sondern die undurchlöcherte Haut der Rücken- und Bauchseite, die ausgebreiteten und vielen Aponevrosen, wodurch die Röhren völlig verschlossen sind, tragen hierzu sehr viel bei, die gallertartige Masse häuft sich dabei in den Röhren an, und wird von den Aponevrosen in kleine isolirte Theile getheilt. In allen übrigen Rochenarten kann folglich nie solche Electricität statt finden, obwohl sie fast ähnliche mit einer solchen Gallerte angefüllte Röhren haben, weil die gallertartige Masse überall frei durch die Hautöffnungen hervordringt; daher wird nicht nur der ganze Körper damit bedeckt, sondern auch der ganze Roche davon angefüllt. Aus gleichem Grunde erfolgt nie von der Leidner Flasche eine Wirkung, wenn nicht zwischen den Metallblättern Glasscheiben angebracht sind; und allen zur Zeit bekannten Beobachtungen gemäſs, scheint in den elect. Flaschen die Bedingung oder L. Flasche mit derjenigen wirksamen Ketten vereint zu seyn. Die Structur der übrigen electr. Fische ist zur Zeit noch nicht so genau bekannt. — Einigermassen ähnliche Erscheinungen, wie diejenigen an den genannten electr. Fischen, will man auch an dem gemeinen Aale und an einer Zoophytenart, dem Seebeutel (Alcyonium bursa L.) beobachtet haben. Vergl. Dr. A. Wienholdts Vorlesungen über die Wirkungssphäre der lebenden Körper.

Aus dem litt. Nachlaſs des Verfassers besonders abgedruckt. Lemgo 1805. 8. S. 37—38. Die meisten Beob sind übrigens an dem Zitterrochen und dem amerikan. Zitterale gemacht worden; und am ersteren sollen sich die electr. Wirkungen, in kleinen Stössen schon bei dem Embryo zeigen a. a. O. S. 39; die Hauptresultate dieser Beobachtungen bestehen in folgendem:

a) Die stärksten Schläge ertheilt der in den Surinamischen Gewässern lebende Gymnotus (v. Berkel: Reise nach Rio de Berbice, in der Samml. selt. u. merkw. Reisebeschr. Memmingen 1789. 8. S. 220. S. Fahlberg in Gilberts Annal. XIV. 416. Kampf der electr. Aale mit Pferden, beschrieben durch v. Humboldt ebend. XXV. 34.); die des Zitterrochen sind gelinder, und richten sich nach der Grösse desselben (vergl. Geoffroy's, Spallanzani's und Galvani's Beob. zusammengest. in Aldini's Essai sur le Galvanisme. T. II. p. 61). Eine an electr. Commotionen gewöhnte Person, hält jedoch kaum den Schlag des Krampfrochen aus, wenn er 4 Decimeter Länge hat, und in voller Kraft ist; erst wenn er schwächer wird, hindert das Wasser in etwas die Wirkung desselben, während sie dann in der freien Luft stärker ausfallen. Vergl. v. Humboldts und Gay-Lussacs Brief an Berthollet, in den Ann. der Chemie. N. 166. Vendem. 14. T. 56. p. 15—23; übers. in Gehlens A. J. d. Chem, VI. 166—172. v. Humboldt sah den Gymnot. die fürchterlichsten Commotionen erregen, ohne alle äussere Bewegung mit den Augen, Kopf oder Flossen; während der Krampfrochen

jedesmal eine convulsifische Bewegung der Brustflossen zeigte. Die Grösse der Schläge richtete sich nach der Grösse der Berührungsflachen, welche die Person dem Fische darbot. Beide Fische können eine lange Zeit hindurch fortwährend starke Schläge ertheilen, es geschieht aber beim Krampfrochen nicht bei jeder Berührung, sondern hängt, wie überhaupt von dea Willkür des Thieres ab.

b) Die Empfindung weicht nach v. H. von derjenigen des Schlages einer Leidner Flasche sehr ab. Nach Configliachi (Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. IV. 654.) ist sie verschieden, wenn man durch Berührung des unteren und oberen Theiles einen Bogen bildet: je nachdem man an dem Rücken (dem positiven Pole) oder an dem Bauche (dem negativen Pole des Fisches schliefst.

c) Man empfindet den Schlag schon bei Berührung einer einzigen Fläche des electr. Organs, mit einem Finger; eben so, wenn man auf beide entgegengesetzte Flächen, beide Hände zugleich legt; gleichgültig ob man isolirt war oder nicht.

d) Berührt man aber eine isol. Person den K. Rochen mit einem Finger, so mufs diese Berührung (nach v. H.) unmitteibar Statt finden; jede Zwischenlage, sey sie ein Isolator oder ein Leiter, hindert den Schlag. Eben so bekommt man keine Commotation, wenn man den Fisch auf einer Metallplatte liegend, ohne ihn selbst zu berühren hält, selbst wenn er durch eine andere Person aufs heftigste gereizt wird; und derselbe Fall tritt ein, wenn man den Fisch zwischen

zwei, mit ihren Rändern sich berührenden Metallplatten hält; berühren sich hingegen die Ränder der Platten nicht, d. h. ist die Kette nicht geschlossen, so erhält die Person, welche beide Hände zugleich auf beide Platten legt, eine heftige Commotion.

e) Schlossen mehrere eine Reihe bildende Personen auf solche und ähnliche Weise die Kette, so empfanden sie erst dann den Schlag, als sie ihre Hände genäfst hatten. Auch bekommen zwei Personen, welche mit der rechten Hand den Fisch halten, den Schlag, wenn sie, statt die Ketten durch unmittelbare gegenseitige Berührung ihrer linken Hände zu schliessen, jede mit einer Metallspitze in einen isolirt liegenden Wassertropfen tauchen; hingegen nichts, wenn sie statt des Tropfens die Spitze in eine Flamme halten, und im lezteren Fall nur dann, wenn beide Spitzen sich unmittelbar berühren.

f) Configliachi bemerkte bei der Schliessung einen Lichtschein (Vergl. S. 510). Walsh und Ingenhouss (des lezteren vermischte Schriften v. Molitor. 2te Aufl. Wien 1784. I. 30. 31.) Fahlcerg (v. Crells Ann. 1802. II. 80.) Bayon (Journ. de Phys. 1776. Octob.) Guissan (Rapport de la Société philomatique. 120. 121.) sahen bei der Entladung des Gymnot.-Funken, und dasselbe, so wie auch deutliches Knistern bemerkte Gardini an einem alten K. Rochen (G. de electrici ignis natura. Mantua 1792. §. 71. a. d. latein. des D. J. Mayer übers. v. J. G. Geissler. Dresden 1793. 8. S. 114).

8) v. Humboldt und Configliachi bemühten sich vergeblich, selbst mit Hülfe des Voltaischen Condensators die mindeste electr. Spannung merkbar zu machen; jedoch wollen Walsh (Journ. de Phys. Octob. 1776. 334.) Bonnefoy (in Kühns Gesch. d. medic. Electr. II. 40.) und Bertholon (in s. de l'Electr. du corps humain etc. à Paris 1786. 8. I. 173 u. 174) dergleichen wahrgenommen haben. Vorschläge zu Versuchen der Art so wie zu mehreren anderen hieher gehörigen, haben neuerlichst Volta und Ritter gethan; vergl. Gehlens a. a. O. S. 622 etc.

9) Man vergl. noch folgende hieher gehörende Schriften, Broussonet über den im Nil und anderen afrikanischen Strömen wohnenden Silurus electr. — Roziers observat. sur la physiqne. Août 1785. Paterson üb. den von ihm bei der Insel St. Juan, zwischen der Küste Zanguebar und der Insel Madegascar entdeckte electr. Stachelbauch: Phil. Transact. LXXVI. II. N. 29. — Ferner Walsh on de electric property of the torpedo, ebendas. LXIII. p. 461 u. J. Hunter anat. observat. on the torpedo, ebend. p. 481 u. desselb. on account of the gymnotus electricus; ebend. LXV. II. N. 39 p. 395. Vergl. Anatomie der electr. Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses von E. Geoffroy in den Annales du museum national d'hist. nat. I. N. 5. übers. in Gilberts Ann. XIV. 4. S. 397. Ritters Beitr. I. St. 3 u. 4. S. 241. 242. II. St. 3 u. 4. S. 248. 240.

10) Schon früher wurde der Galvanismus auch auf Pflanzen angewendet; aber die Versuche von Schmuck, Iberti, Fowler, v. Humboldt, Rafn, Treviranus, und die früheren von Giulio, mit der

einfachen Kette; so wie diejenigen von Comus, Creve u. a. über die angebliche grössere Reizung durch Leiter als durch Isolatoren, welche vorzüglich mit sogenannten empfindlichen Pflanzen angestellt wurden, lieferten keine entscheidenden Resultate. Neuerlichst haben indeſs Guiolo und Ritter vollständigere Versuche der Art, mit verschiedenen Mimosen und anderen, mechanisch oder auch durch Licht und Wärme sehr reizbaren Gewächsen Versuche angestellt, welche auf galvanische Reizbarkeit schliessen zu lassen scheinen. Vergl. Guiolo: Wirk. des galv. Fluidums auf Pflanzen; aus Delametherie's Journ. de Phys. T. LVII. p. 460—464 übers. in Gehlens Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. VI. 451—456. Ritters Bemerk. über Pflanzenerregbarkeit im Allgemeinen und Besonderen. Ebend. S. 456, woselbst sich auch eine ziemlich vollständige Literatur dieses Gegenstandes findet. So eben schreibt mir Ritter: ich bin erst ganz kürzlich mit einer sehr langen Arbeit fertig geworden, über Pflanzenreizbarkeit. Es sind eine grosse Menge electr. Versuche, die alles wieder geben, was der Galvanismus bei Fröschen über thierische Erregbarkeit lehrte. Zu keinem einzigen Falle hatte ich die Säule nöthig. Alles bewirkte ich mit Maschinenelectr., und selbst die Trennungsbewegungen und die entgegengesetzte Erregbarkeits Modificationen etc. — Versuche, die sich auf blosse Modificationen des Lebens und Wachstkums der Pflanzen durch Galvanismus beziehen, haben Treviranus mit der einfachen Kette (Pfaff und Scheels Nord. Archiv. I. 240—805 u. Gilberts Annal. VII. 281—294.), v. Arnim (ebend. VIII. 265—268.) u. Nicholson (ebend. XII. 487.) angestellt; und Reinhold (ebend. X. 456—460.)

hat verschiedene Beob. über die chemischen Veränderungen lebender Pflanzentheile durch Galvanismus gemacht, die indeſs wie die obigen Vers. noch weiter verfolgt werden müssen, um zu bestimmten Resultaten zu führen. Man vergl. übrigens noch Trommsdorffs Gesch. d. Galvanism. S. 88. 89. 239—241. — Einer näheren Aufmerksamkeit werth sind auch die zum Theil schon älteren Beob., über die Wirksamkeit eines Metalles (z. B. Quecksilber im flüssigen Zustande) auf verschiedene Gewächse, wenn sie sich in seiner Nähe befinden.

11) J. Ch. Reil. Archiv f. die Physiologie Halle 1796. 8. J. F. Ackermanns Vers. üb. die Lebenskräfte organischer Körper etc. Nebst Nachträgen. I. II. Frankf. a. M. 1797 u. Jena 1805. 8. — G. R. Treviranus Biologie. B. 1—3. Göttingen 1802. Ch. L. Dumas Principes de Physiologie. Tom. 1—4. Paris VIII. 4. J. Döllinger, Grundriſs der Naturlehre des menschl. Organismus. Bamb. u. Würzb. 1805. H. F. Authenrieth Handb. d. empirischen menschl. Physiologie. 1—3r Th. Tübingen 1801. 8. P. F. Walther, Physiologie des Menschen etc. I. II. Landshut 1807. 1808. 8. C. Schelling de Idea vitae, hujusque formis praecipuis, Dissertat. Tübing. 1803. 8. A. Galvani's Abhandl. vergl. S. 462 dies. Grundr. — Verschiedene Briefe u. Schriften von: Volta, Euseb. Valli, v. Humboldt, Creve, Gren, Michaeli's, Reil u. a. in Grens Journ. d. Phys. VI. VII. VIII. u. in dessen N. Journ. d. Phys. II. III. IV. — A. Volta's Schriften üb. die thierische Electricität, aus d. Ital. von J. Mayer. Prag 1793. 8. Dessen neue Abh. üb. d. thier. Electr. auch übers. von Mayer. Ebend. 1796. 8. E. J. Schmucks Beitr.

zur näheren Kenntniſs d. thier. Electr. Mannheim 1792. 8. C. C. CREVE's Beitr. zu galvan. Vers. etc. Frankf. a. M. 1793. 8. C. H. PFAFF diss. de electricitate animali. Stuttg. 1793. übers. in GRENS Journ. VIII. 196. Dessen üb. thierische Electr. u. Raizbarkeit. Götting. 1794. 8. Jo. ALDINI de animali electricitate diss. duae. Bonon. 1793. 4. v. HUMBOLDTS oft erwähntes Werk: über die gereizte Faser. SCHELLINGS Zeitschr. u. N. Zeitschr. für specul. Physik, RITTERS Beitr. u. dessen Elect. System d. Körp. — GUIOLO's Vers. an Enthaupteten in GILBERTS Ann. XI. 223. — J. F. ACKERMANN de combustionis lentae phoenomenis, quae vitam organicam constituunt. Jenae 1805. 4. — F. L. AUGUSTIN vom Galvanismus u. dessen medic. Anwendung. Berlin 1801. 8. C. J. C. GRAPENGIESSER Versuch den Galvan. zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berlin 1801. 8.

C) *Von den Wirkungen zusammengesetzter Ketten; oder von der* VOLTA'*schen Säule.*

§. 121.

VOLTA bewieſs zuerst durch entscheidende Versuche die Möglichkeit, die Erregungs- und Leitungsverhältnisse mehrerer einfacher Ketten, durch Auf-einander- oder An-einander-Schichtung so zu vereinigen, daſs die electrisch-chemische Polwirkung aller aneinander gereihten Ketten, von einem Indifferenzpuncte ausgehend, sich nach den Enden zu verstärkte, und hier in

den äussersten Gliedern (den Erregungen des Magnetismus gewöhnlicher Magnete ähnlich, vergl. §. 99. N. 5.) zum Maximo gelange; weshalb man auch diese Enden die Pole, und die ganze Vorrichtung (welche VOLTA selbst Electremetor nennt) ihrem Erfinder zu Ehren, VOLTA'sche Säule (oder VOLTA'sche Batterie, GALVANI'sche Säule etc.) genannt hat.

1) Unter VOLTA'sche Säule versteht man jeden im Wesentlichen der bezeichneten Vorrichtung ähnlichen Apparat, auch wenn er keinesweges die Form einer Säule hat. Die Pole der Säule werden entweder nach ihren metallischen Endgliedern, oder nach ihren Electricitäten, oder nach ihren Wirkungen auf das Wasser benannt. Daher nennt man das mit Zink sich schliessende Ende, den Zinkpol, + E Pol oder Oxygenpol; das mit Silber (oder Kupfer) sich schliessende Ende hingegen, den Silberpol, — E Pol oder Hydrogenpol.

2) Die erste Nachricht von dieser Frfindung, mit der eine neue Periode in den Arbeiten der experimentirenden Physiker begann, theilte VOLTA dem Präsidenten der Königl. Societät in London, JOSEPH BANKS, in einem vom 20t. März 1800 datirten Briefe mit (Phil. Transact. for the Year 1800. B. II. N. 17. p. 403 übers. in TROMMSDORFFS chem. Bibliothek d. neunzehnt. Jahrh. I. 2. S. 1. Beschreib. des neuen electr. od. galv. Apparats ALEXANDER VOLTA's von WILL. NICHOLSON, in dessen Journ. of natural philos. IV. 179. übers. in GILBERTS Annal. VI. 3. S. 340. J. W. RITTERS Beschreib. von VOLTA's galvan.

Batterie etc., in Voigts Magaz. II. 2. 356.); und in Deutschland wurde sie durch Mayer und Vogt zuerst bekannt.

3) Die gewöhnliche Volta'sche Säule besteht aus mehreren über einander geschichteten einfachen Ketten, deren jede zwei feste Leiter (gewöhnlich zwei heterogene Metalle) und einen feuchten Leiter hat. Je wirksamer die einfachen Ketten für sich schon sind, um so stärker fällt auch die Säule aus. Daher sind auch diejenigen feuchten Leiter, welche auf eines der Metalle am besten wirken, am vorzüglichsten zu starker Säulenwirkung geschickt. Nach Davy (Gilberts Annal. B. VIII. S. 311) wirkt Salpetersäure und oxydirte Salzsäure als Leiter zweiter Klasse am besten; diesen folgen diejenigen Metallauflösungen in Säuren, die sehr Oxygen reich sind, dann Salzsäure, Schwefelsäure, und die aus der Verbindung dieser Säuren, der Salpetersäure und den Alkalien entstandenen Salze; (— wobei es bemerkenswerth ist, daſs nach Ritter eine halbgesättigte Kochsalzlösung in Wasser stärker wirkt, als eine vollkommen gesättigte und daſs sehr constant in der Wirkung ist eine Mischung von Kochsalzlösung, Lakmusabsud und Ochsengalle. Sehr schwach wirken Wasser und alkal. Lauge; leztere nur bei der ersten Berührung. Die Action in der Säule hat daher, wie in der einfachen Kette, auch in dem Verhältniſs der Energie statt, mit welcher der feuchte Leiter, auf einen der Leiter erster Klasse, ausser der Kette schon wirkt. Sehr wirksam sind Säulen, deren Metallplatten aus Zink und Silber, nach Volta, oder Zink und Reisblei, nach Blumenbach und Marechaux, oder mit Kohle nach Davy, oder auch aus Zink und

Kupfer (der Wohlfeilheit und Dauerbarkeit des Kupfers wegen die gebräuchlichsten) bestehen, während Eisen und Zinn weit schwächere Wirkungen äussern, vergl. §. 116 u. 113.; und nach Haldane (Gilberts Ann. B. VII. S. 193—202.) und anderen, bilden die Metalle in Rücksicht ihrer Wirksamkeit folgende Reihe:

Zink und Platin.	ferner:
Zink — Merkur.	Eisen und Platin.
Zink — Gold.	Eisen — Merkur.
Zink — Silber.	Eisen — Gold.
Zink — Eisen.	Eisen — Silber.
Zink — Kupfer.	Eisen — Kupfer.
Zink — Blei.	Eisen — Blei.
Zink — Zinn.	Eisen mit Zinn.

Blei mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Quecksilber giebt nur sehr geringe Action; Zinn mit denselben Metallen noch schwächere, Kupfer mit Gold und Quecksilber fast gar keine, aber wohl mit Silber; Silber und Gold bleiben ohne Wirkung. Nach Davy stehen sie in folgender Ordnung:

1) Galv. Ketten aus 2 Leitern der ersten Klasse, und 1 Leiter der zweiten bestehend.

Zink mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen, Quecksilber; und Wasser, welches eine geringe Menge einer mineralischen Säure enthält.

Eisen mit Gold, Kohle, Silber, Kupfer, Zinn; und Wasser eben so wie bei den vorigen.

Zinn mit Gold, Silber, Kohle; und eben so.

Blei mit Gold oder Silber; und wie oben.

Eine der obig. metall. Verbind. und gemeines (besonders sauerstoffhaltiges) Wasser.

Kupfer mit Gold oder Silber, und eine wässr. Lösung von salpetersaurem Silber und Quecksilber; oder Salpetersäure, oder Essigsäure.

Silber mit Gold und Salpetersäure.

2) Galv. Ketten, aus 2 Leitern der zweiten Klasse und 1 Leiter der ersten Kl. bestehend.

Kohle oder	mit Wasser oder mit	und einer wässr.
Kupfer —	einer wässr. Lösung	Lösung von salp.
Silber —	hydrothionsaurer Al-	Salzsäure oder
Blei —	kalien, die bloſs auf	oxyd. Salzs. etc.
Zinn —	die ersten durch Me-	welche a. alle die
Eisen —	talle zu wirken im	Metalle zu wirk.
Zink —	Stande ist. —	im Stande ist.

So wie man nämlich einfache galv. Ketten aus zwei feuchten und einem festen Leiter der ersten Klasse zusammensetzen kann (vergl. oben) auf ähnliche Art läſst sich dieses auch bei vervielfachten Ketten oder Säulen anwenden, nur sind die Wirkungen nicht sehr bedeutend. Es scheint dabei das Metall den Werth zweier aufeinander liegender Metalle zu erhalten, von denen das eine durch die starke Aufforderung der nicht so oxydirbaren Flüssigkeit berührt, und zugleich die Affinität des ersteren (oder der ersten Seite) zum Sauerstoff erhöht; vergl §. 119. Uebrigens dienen die Flüssigkeiten in der Säule und Kette auch noch dazu, eine Substanz abzugeben, die von geringerer Leitungsfähigkeit ist, als wie die festen Leiter, wodurch die electr. Spannung von Plattenpaar zu Plattenpaar wächst. Nach Marechaux soll diese Spannung der Säule nach Verhältniſs des electr. Luftstandes zu- und abnehmen, und die Wirkung der Säule soll bei feuchter Luft stärker seyn, als bei

trockner; eine, mit meinen eignen bisherigen Beobachtungen in Widerspruch stehende Bemerkung. Nach Nauche, Graperon und Baget soll die galv. Action erhöht werden; in der Wärme, Flamme, in dem sauerstoff- und kohlensaurem Gase. In Terpentinöl bleibt die Säule lange wirkend. Nach Erdmann ist die Flamme schwach leitend, und der Rauch pflanzt die Wirkung nicht fort. Dasselbe findet auch im Wasserstoffgase und im luftleeren Raume statt. Vergl. dessen Beob. üb. die Fähigkeit der Flamme, Knochen, und des luftleeren Raums, die Wirk. der Volta'schen Säule zu leiten. Gilberts Annal. XI. 2. Nach Pfaff leitet hingegen glühendes Glas. Ebend. VII. 250.

4) Hört der chemische Procefs auf, so ist auch die galv. Wirkung der Säule als solche beendet — ein Fall der oftmal eintritt, wenn noch Flüssigkeit vorhanden ist, die aber von dem bereits oxydirten Metalle nicht mehr zum thätigen Miteingreifen bestimmt werden kann. — Wie geringe indefs das Feuchtigkeitsquantum zu seyn braucht, um geringe Actionen in der Säule einzuleiten, bezeugen Marechauxs Versuche (Gilb. Ann. XXII. 313. 318.), dessen Electrometer bei einer Säule von Zink, Kupfer und Makalaturpapier electr. Spannung nachwiefs, wo also nur das hygroscopische Wasser des Papiers wirken konnte. Dykhoffs (Voigts Magaz. IV. 6. S. 791) Säule, aus heterogen. Metallen und trocknen Luftschichten, welche leztere durch zwischen liegende Glasstreiffen bewirkt und bei feuchter Luft ganz unwirksam waren, wirkten blofs auf das Electrometer, und waren den einfachen Ketten (vergl. §. 114.) ähnlich. Auch gehören hieher die von G. B. Behrends (Gilb. Ann.

XXIII. 5.) zusammengesetzten Säulen aus Zink, Kupfer und warmen Feuerstein, oder statt des lezteren Goldpapier. (Wurde das Goldpapier mit Salzwasser getränkt und wieder getrocknet, so sollen die damit gebauten Säulen so stark gewirkt haben, als eine Säule aus eben so viel Plattenpaaren und Wasser.) Und endlich auch die von Hatchett und Desormes dargestellten Säulen, wo Wachstuch, Papier, Leder etc. (Stoffe die mehr oder minder hygroscopisch wirken) die Stelle des Wassers vertrat; vergl. Intell. Bl. der A. L. Z. 1802. N. 168. Ritter ebend. N. 193. Ermann in Gilberts Annal. XXV. 7.

5) Flüssige Leiter welche die Metalle stark angreifen, werden aus diesem Grunde nur selten und nur bei kleinen Säulen angewendet, weil sie durch den zu starken Angriff gegen die Metalle, diese in kurzer Zeit ihres rein metallischen Zustandes berauben, und so zur fernern Procefseingreifung unwirksam machen. — Hat bei einer mit Salmiaklösung errichteten Säule (deren Wirkung man dadurch verlängern kann, dafs man die Zahl der mit der Lösung genäfsten Tuch- oder Pappscheiben bis auf einen gewissen Punct z. B. 8—10 vermehrt) die Action schon aufgehört, so kann man auf eine kurze Zeit dieselbe wieder wirksam machen, wenn man sie schnell auseinander nimmt und umbaut, so dafs die ehemalige Kupferseite zur Zinkseite wird; weil dann aufs neue Fortsetzung der chemischen Einwirkung durch Zerlegung des vorher entstandenen salzsauren Zinks möglich wird.

6) Um den flüssigen Leiter schichtweise zu halten, dienen gewöhnlich Tuch-, Leder- oder Filz- am besten Pappscheiben, die zuvor damit getränkt und mässig stark ausgedrückt wurden. Nach Lüdicke

(Gilberts Ann. IX. 119.) sollen Holzscheiben in Salzwasser bis zum Untersinken gekocht, noch bessere Wirkung leisten. Diese feuchten Schichten müssen so gelegt werden, dafs die ganze ihnen zugewendete Seite des Metalls befeuchtet wird; und dürfen nur zwischen je zwei einzelnen Plattenpaaren, aber nicht zwischen je zwei einzelnen Metallen Statt finden. Daher mufs man verhüten, dafs die Flüssigkeit über die Ränder der Metallplatten fliefst, und eben so wenig die Glas- oder Holzstäbe des Säulengerüstes berühre. Ueber den von Gilbert deshalb gemachten Vorschlag, vergl. dessen Ann. VII. 183. Wolffs Einrichtung ebendas. VIII. 502. Ritters vortheilhafter Vorschlag, die Zinkplatten mit erhabenen Rändern giessen zu lassen; ebend. VII. 374. Zum Scheuern der Platten bedient man sich mit Vortheil eines, mit mehreren runden Löchern versehenen Bretes, worin die Platten gelegt werden, und Essig und Sand, oder diluirte Schwefelsäure.

7) Ausser den aufrecht stehenden Säulen, hat man noch verschiedene andere galvan. Apparate der Art vorgeschlagen und auch wirklich angewendet. Parrot (Voigts Magaz. IV. 76.) und Grindel ertheilten ihren Säulen eine horizontalen Lage, wodurch das Verlaufen der Feuchtigkeit über die Metalle verhütet, aber das Austrocken derselben schneller herbeigeführt wird. Heidemann (vergl. dessen Vollständige, auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie der galv. Electricität. Für Aerzte, Chemiker u. Freunde d. Naturkunde. I. B. 1806. 8.) Piepenbring nnd Schaub lötheten ihre Zink- und Kupferplatten, mit den gegenseitigen breiten Flächen zusammen, welches den Vortheil der vorigen Lage

gewährt, beim Scheuern der Platten aber, und bei genauen electr. Versuchen (durch das Löthungsmetall) einige Hindernisse in den Weg legt. — Volta errichtete einen Becherapparat (Becherkreis, Corona di tazze) indem er eine Reihe Gläser mit warmen Wasser oder Salzlösung füllte, und auf ein jedes Glas eine Silberplatte und eine Zinkplatte legte, welche verlängerte Streifen haben, die mit Häckchen versehen sind, und sich nicht berühren dürfen. Mittelst der Häckchen werden die Zink und Silberplatten je zweier Gläser, und so fort, zu einer Batterie vereint; Gilberts Ann. VI. 345. — Cruikshank erbaute eine andere Vorrichtung, den sogenannten Trogapparat, dieser besteht aus einem langen hölzernen Troge (dessen Holz zuvor im Backofen gedörrt worden) von 1,7 Zoll Tiefe und 1,5 Zoll Breite, in dessen Längenwände Falzen von der Breite angebracht sind, daſs zwei auf einander gelöthete Platten, von Silber und Zink, von denen jede 1,6 Quadratzoll Oberfläche hat, sich hineinschieben lassen und genau darin passen. Die Platten werden mit Harz und Wachsmasse dicht an den Trog gekittet, so daſs von einem Zwischenraum zum andern kein Tropfen Flüssigkeit gelangen kann; weil dadurch die Wirkung gehindert wird, welches auch statt findet, wenn die Platten ohne Kitt zusammengesetzt werden. In einem Troge von 26 Zoll Länge gehen 60 solcher Platten, und der Apparat bleibt mehrere Monate wirksam. Kittet man nach Gilbert, zwischen dem hölzernen Gestelle Spiegelplatten ein, so wird die Wirksamkeit desselben erhöht. Gilbert a. a. O. VII. 99. VIII. 135. IX. 353. 1. Cutberson in London bediente sich zu seinen Versuchen zweier Trogapparate der Art,

jeder von 30 Plattenpaaren, die 6 Zoll ins Gevierte hatten. Beide Apparate wurden der Breite nach verbunden, und zeigten unter andern folgende Wirkungen: ein Stück Kohle glühte und verbrannte in der Länge eines Zolls. Ein Eisendrath $\frac{1}{40}$ Zoll dick, schmolz zu einer Kugel von $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser; ein Platindrath von $\frac{1}{100}$ Zoll Dicke schmolz zu einer Kugel, die $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser hatte. Messingdrath von $\frac{1}{150}$ Zoll Dicke kam bei einer Länge von 16 Zoll zum Glühen. Derselbe Drath bei 12 Zoll Länge brannte und schmolz zu einer Kugel. (Vergl. Gilberts Ann. B. XXIII. St. III. S. 263) — Ferner gehören hieher noch Pepy's Trogapparat. Voigts Mag. B. VII. St IV. S. 146. Erdmanns Kapselapparat; Gilbert a. a. O. XII. 458, der horizontale Cylinderapparat von Allizeau; Bremsers Apparat, wo beide Pole an einem Ende vorkommen, Gilbert a. a. O. XII. 454. Struve's Kegelplattenapparat, Oerstedts Röhrenapparat, Voigts Mag. VII. 412. u. m. a. verglichen. Izarn. Manuel du Galvanisme etc. Paris. 1803. 8. — u. Trommsdorffs Geschichte des Galv. S. 100 §. 41. Auf ähnliche Weise wie bei Cruikshanks Trogapparat, berührt der flüssige Leiter die Metalle ohne Haltungsmittel beim Cylinderapparat des Prof. Hauff in Marburg, wo, statt der Pappscheiben u. dgl. gläserne Cylinder angebracht sind, die an beiden Endöffnungen mit den Platten (Zink an dem einen, Kupfer oder Silber an dem andern) fest zusammenhangen, und wo das Wasser in ein oben befindliches Loch gegossen wird. Vergl. ejusd. De nova methodo, naturam ac legem phaenomenorum electricorum, qua a Galvano cognomen fortitia sunt, investigandi, Commentatio prima. Marburg 1803. 4.

p. 19. Diese Vorrichtung hat jedoch den Erwartungen der Physiker nicht entsprochen. -- Wilkinsons verbess. Trogapparat (vergl. Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 340—342.) von parallelepipedischer Form und gewöhnlichen Durchmessern, wo aber die Wände welche die Zellen bilden, nicht von Metall sondern von Holz sind, ohngefähr einen halben Zoll von einander abstehen, und mit Kitt oder Firniſs überzogen sind. Die gleichgrossen Kupfer- und Zinkplatten haben etwas geringere Breite, als die Zellen, in welche sie eingetaucht werden sollen; jedes Plattenpaar ist mit den Enden eines Metallbogens zusammengelöthet, der beide Platten so weit von einander abstehen läſst, daſs sie stets in zwei anstossende Zellen gehörig passen. Oben auf der Biegung jedes Bogens der Art ist ein Ring befestigt, dessen Ebene die des Bogens und des Troges durchschneidet. Sämmtliche Ringe stehen, nach gehöriger Einrichtung des Apparats in einer Linie, und mittelst eines eisernen Stabes, den man durch die ganze Reihe durchsteckt, zieht man alle Platten auf einem Mahle heraus. Der Vortheil dieser Vorrichtung, besteht vorzüglich in der leichteren Reinigung der Platten, nnd in der besseren Benutzung des Metalls zur galv. Erregung, als wie dieses bei ähnlichen App. der Fall ist. Von sehr guter Wirkung soll auch Ritters Schlüssel- und dessen neuerer Trogapparat seyn; vergl. a. a. O. V. 303. 304. u. VII. 342 etc. Rücksichtlich des ersteren vergl. man auch: Schweiggers Vorschlag, a. a. O. V. 146 etc. Göttlings Vorschlag anstatt Zink und Kupfer, verzinktes Eisen und Blei anzuwenden; vergl. Intell. Bl. d. Jenaischen Allg. Lit. Zeit. 1808. N. 10.

8) Bei Trogapparaten sind die Platten viereckig; bei stehenden oder liegenden Säulen zweckmässiger rund, oder des bequemeren Aufbauens und Auseinanderlegens wegen: die Zinkplatten rund, die Kupferplatten viereckig. Auch ist es eher vortheilhaft als nachtheilig, wenn die Kupfer- oder Silberplatten grösser sind als die Zinkplatten, vergl. §. 116. N. 3. Um zu verhüten, daſs bei einer zu grossen Schichtungszahl, die unteren Pappscheiben nicht zu stark gedruckt werden (wodurch der flüssige Leiter ausgepreſst und zum Ueberfliessen gebracht würde)!, theilt man die zu grosse Menge der Schichtungen in mehrere kleine Säulen, von etwa 50—60 Lagen, und verbindet diese einzelnen Säulen mittelst Dräthen. Geschieht dieses in der Weise, daſs die Ordnung der zweiten Säule die umgekehrte der ersteren ist, und z. B. die Wasserschicht der ersten Säule mit der Zinkplatte der zweiten verbunden wird; so sind alle kleinere Säulen zusammen genommen als eine grosse zu betrachten, deren Lagenzahl derjenigen der zuvor einzelnen Säulen zusammen genommen gleich ist. Vier Säulen jede zu 50 Lagen, bilden dann also eine Säule zu 200 Lagen. Verbindet man hingegen mehrere neben einander liegende oder stehende Säulen so, daſs sämmtliche Zinkpole durch einen horizontal laufenden Drath, und sämmtliche Silberpole durch einen ähnlichen Drath jede unter sich verkettet sind, so ähneln diese verbundenen Säulen einer Säule von nicht mehr Lagenzahl als die höchste unter ihnen hatte, aber von einer Plattengrösse, die den vereinten Quadratflächen sämmtlicher verbundener Zinkpolplatten (oder Silberpolplatten) gleich ist. Die kleinplattigern Säulen werden also durch diese Verbindungs-

weise zu Aequivalenten großplattiger Säulen. Je mehr die Quadratfläche der Platten zunimmt, um so mehr wächst, bei übrigens gleichen Umständen, das Vermögen der Säule: electrische Funken zu erzeugen, während die anderen Wirkungen derselben dadurch wenig geändert werden. Vergl. P. L. Simons Vers. in Gilberts Ann. IX. 593. M. van Marums Beob. ebend. X. 131. Humphry Davy's Vers. ebend. XII. 383. u. Ritters Vers. ebend. XIX. 21. Nach Ritters Vers. und Berechnungen giebt es für jede gegebene Breite der Säule, eine bestimmte Lagenzahl, mit deren Ueberschreitung die Action wieder abnimmt. Umgekehrt soll es aber ein Verhältniß der Lagenzahl zur Breite geben, dem zufolge sich die Action der Säule ins Unendliche fortsetzen läßt. Es geht dieses Verhältniß aus einer Verrechnung von jedesmaliger Spannung und Leitung sehr einfach hervor, bestätigt durch alle von ihr abgeleiteten Angaben; jedoch für jede andere Flüssigkeit, mit der die Säule gebaut ist, für jede zwei andre Metalle, aus denen die einzelne Lage besteht, und für jede andere beabsichtigte Wirkung verschieden. Nach R's. Berechnung lassen sich Säulen erbauen, die in Hinsicht der Wirkungsstärke den Blitz des Gewitters weit hinter sich zurück lassen, deren Funken Eisenstangen von bedeutendem Durchmesser und Länge schmelzen; so wie sich überhaupt wohl sehr interessante Resultate ergeben würden, wenn man nach R. mit Säulen operirte, deren Kraft und Schlagweite stark genug wäre, um durch den eigenen Funken geschlossen zu seyn. Vergl. Ritter in Gehlens Journ. für Chem. Phys. u. Mineral. VII. 342—364.

9) Um das Wasser zwischen den heterogenen Metallplatten eines Paars zu entfernen, und zur Vermehrung der Wirksamkeit überhaupt, ist es nützlich die Platten vor dem Bauen zu erwärmen. Ueberhaupt trägt es — besonders bei kleinen Säulen — zur Wirksamkeit sehr bei, wenn alles was zur Haltung der Lagen dient, möglichst isolirt. — Mehrere mit den gleichnamigen Polen, auf oben angegebene Weise, zum Werthe einer groſsplattigen, verbundenen Säulen (worüber man noch vergl. kann: Kastners Materialien I. 189 in der Note, Ritter in Voigts Mag. IV. 594 u. Kortum ebendas. III. 657), nennt man zum Theile auch eine galv. Batterie, analog der electr. Batterie, welche Benennung aber eigentlich schon jeder Säule gebührt.

10) Die Richtung der beiden Pole der Säulen, wird durch die Lage des Z (Zink) und S (Silber, Kupfer etc.) jedes sich unmittelbar berührenden Plattenpaares, in jeder einfachen Kette (die überhaupt mit ZSW bezeichnet, als das Element der Säule betrachtet wird) bestimmt; vorausgesetzt wenn alle Plattenpaare die gleiche Lage haben. Dort, wohin in jedem Elemente das Z liegt, ist der + E Pol gegeben, und in der Regel nach S zu der — E Pol; jedoch will Ritter Säulen untersucht haben, welche an beiden Polen + E zeigten, nur mit dem Unterschiede, daſs das + E des einen Pols stärker als das des anderen war. Vergl. §. 113. N. 5. Baut man eine Säule abwechselnder Lagen z. B. ZSW, SZW, ZSW, SZW etc. so ist die Säule ohne Polarität, indem die Wirkungen der Elemente sich gegenseitig aufheben. Eben so wird die Polarität im Verhältniſs der Zahl verkehrter Schichtungen geschwächt, wenn mehrere Schichtungen gegen

die anderen in umgekehrter Lage liegen. Wird eine Säule z. B. in folgender Ordnung gebaut: SZW, ZSW, ZSW etc., das Z Ende aber mit einer Kette aus SZW, und das S Ende mit einer gleichen Kette aus SZWZ geschlossen, so finden sich die Pole der vorigen Säule verwechselt. Hingegen ist es an beiden Polen gleichgültig, ob eine S oder Z Platte die letzte sey. Hat z. B. eine Säule aus ZSW, ZSW etc. am Z Ende noch eine oder mehrere S Platten so verhalten sich diese nur bloſs leitend, ohne die Polarität zu ändern; eben so beim S Pol. Ob der S oder Z Pol unten oder oben liegt, ist übrigens vollkommen gleichgültig. — Vergl. C. W. Böckmanns und v. Arnims Meinung, daſs SWZ oder ZWS das Element der Säule sey, und mithin die Polnamen umgekehrt werden müſsten; in Gilberts Ann. VIII. 139. und ebend. 164. IX. 494 Berichtigung dieser Meinung durch Ritters und Reinholds umfassende Untersuchungen, denen zufolge das oben erwähnte Element: ZSW, oder SZW das wahre ist; Gilbert a. a. O. IX. 212. X. 301. 335. Volta's bestätigendes Urtheil: ebend. XV. 89. und die Grundzüge von dessen Theorie der Säule, dargestellt von C. H. Pfaff ebend. X. 236. nebst Bemerk. von Gilbert S. 239. — Schweiggers Darstellung wirksamer Säulen, bei denen in einem in Zellen abgetheilten und mit Glasplatten ausgelegten Trog, jede Zinkplatte auf beiden Seiten mittelst eines Drathes mit Kupferplatten in Berührung gebracht war, so daſs nachstehende Folge entstand: KZK WKZK WKZK etc. ebend. XXII. 407. Anders zeigte sich wieder die Folge ZKZWZKZWZKZ, ebendas. XXIII. 114. S's fernere Bemerkungen hierüber, nebst Ritters Urtheil,

in Gehlens Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. VII. 537—579.

§. 122.

XXXVI. Vers. In eine auf Glassäulen ruhende, mit Siegellack überzogene (am besten hölzerne) Unterlage, befestige man drei oder vier etwa 24″ lange, starke, ebenfalls mit Siegellack überzogene Glasstäbe oder Glasröhren; alle senkrecht stehend, so weit von einander entfernt, daſs die anzuwendenden Platten, zwischen ihnen Platz haben, und zur besseren Befestigung (so wie auch, um die Schichtungen von oben herab mittelst einer Schraube oder auf andere Weise pressen zu können) oben mit einer passenden, die einzelnen Stäbe gehörig aus einander haltenden Kappe versehen sind. Auf die Unterlage, innerhalb der Glasstäbe, lege man eine trockne, dicke Glasplatte, und auf diese nach und nach die schon zuvor bereit gelegten Schichtungen von mässig warmen, möchlichst blanken Silber- oder Kupferplatten, darauf liegenden mässig warmen und blanken Zinkplatten und darauf liegenden mit Wasser getränkten, mässig ausgedrückten Pappscheiben; so daſs die Silberplatte der folgenden Schicht, die Pappscheibe der vorhergehenden berührt, und schliesse endlich mit einem blossen Silberzinkpaare. Man drücke jetzt mit zweien auf die letzte Zinkplatte geleg-

ten Fingern, sämmtliche Lagen gelinde, und halte sie, am besten mittelst einer durch die Kappe der Glasstäbe gehende Schraube, in dieser gepreſsten Lage, während aller mit dieser Voltaischen Säule anzustellenden Versuche. — Auf gleiche Weise baue man eine zweite Säule, wähle aber anstatt des Wassers zur Anfeuchtung der Pappen; in Wasser gelöstes Kochsalz oder Salmiak, oder zu den meisten Versuchen hinreichend: die Oertelsche Lauge, aus Kochsalz- und Salmiaklösung, Lacmus und Rindsgalle (vergl. oben (§. 121. N. 3 und Voigts Mag. IV. 433), und versehe die Polplatten beider Säulen, mit blanken Metalldräthen, die, wie es die Versuche gerade heischen, von verschiedener Dicke und von verschiedenen Metallen, z. B. Platin, Gold, Silber, Eisen, Zink und Silber seyn müssen. Jede Polplatte bekommt einen (am besten, horizontal abstehenden), mit ihr gehörig ohne Zwischenlage verbundenen Drath, von 3—12″ Länge, nachdem es die Versuche nöthig machen, der gehörig trocken, glatt und in den meisten Fällen vorn abgerundet ist. Beide Säulen werden ähnliche Wirkungen von sehr verschiedenen Graden der Stärke zeigen, in beiden vorzüglich aber in der lezteren, wird man, ein von Zeit zu Zeit stärker werdendes Knistern bemerken, und in beiden, besonders in der lezteren, werden die

Zinkplatten auf der der Pappscheibe zugekehrten Seite (und zwar bei durch Berührung der Poldräthe geschlossener Kette mehr als bei ungeschlossener) und die Silber- oder Kupferplatten gleichfalls auf der den feuchten Leiter berührenden Seite, jedoch die lezteren unweit schwächer, allmälig oxydirt. Dadurch werden sie nach und nach für galvanische Erregung und Leitung untauglich, vermindern mithin die Stärke der Säule, bis diese bei zunehmender Oxydation der Metallplatten, und gleichzeitig stattfindender Verdampfung des Wassers endlich alle Wirkung verlieret. Die Säule verzehrt mit Hülfe des Wassers, vermöge dieser Oxydation, Sauerstoff aus der umgebenden Luft, wie man dieses an der Luftverminderung bei in Recipienten gesperrten Säulen bemerkt. Daher wirkt auch ein und dieselbe Säule im Stickgase und in sehr verdünnter Luft gar nicht, oder viel schwächer, im Sauerstoffgase weit stärker als in der atmosphärischen Luft. Vergl. oben und DAVY in GILBERTS Ann. VIII. 6. BIOT ebendas. X. 31. Derselbe und CUVIER ebendas. S. 161. VAN MARUM ebendas. 153. BÖCKMANN ebendas. XI. 259. WALLOSTON ebend. 104. Zu den vorzüglichsten Versuchen mit der VOLTAI'schen Säule gehören folgende:

1) Das bereits erwähnte dualistische Verhältniſs der Säulenelectricität läſst sich schon durch die physiologischen Erscheinungen nachweisen, welche bei der Säulenberührung, von Seiten unsers Körpers, und der einzelnen Organe desselben eintreten. — Der im Auge schon mehr oder minder vorhandene Lichtzustand wird durch galvanische Reizung erhöht, und es stellt sich dem Auge ein blauer Lichtschein dar, wenn man einen galvan. Kreis schlieſst, in dem sich das Auge am positiven Pole der Kette oder Säule befindet; hebt man diese Schliessung auf, oder setzt man das Auge anfänglich bei derselben mit dem negativen Pole in Berührung, so erhält man in beiden Fällen einen röthlichen Lichtschein; und hatte man im lezteren Falle den Kreis mit dem negativ berührten Auge geschlossen, und öffnet denselben, so geht die rothe Farbe des Lichtscheins jetzt in die blaue über. — Verfährt man mit dem Ohre eben so, so bemerkt man am positiven Pol einen Ton, der tiefer als $\overline{g}$, und am negativen Pole einen, der höher als $\overline{g}$ ist. Waren beide Ohren zugleich in der Kette, so entsteht ein Ton $= \overline{g}$, oder g der eingestrichenen Octave. — Das Geräusch in den Ohren, während sie sich in der geschlossenen galv. Kette befinden, rührt von in ihnen entwickeltem Oxygen- und Hydrogengase her; es fordern diese Versuche viel Vorsicht. — Die Nase, mit den Dräthen der Säule gehörig in Contact gesetzt, empfindet während der Kreisschliessung bei der Berührung des negativen Pols Drang zum Niesen, und zuweilen Spuren von Ammoniakgeruch; bei der Berührung des positiven Pols unter denselben Umständen: Abstumpfung und Hemmung des Reizes zum Niesen,

und manchmal geringe Spuren eines sauren Geruchs. — Die Zunge erhält am negativen P. — unter den berührten Bedingungen — einen alkalisch-bittern und am positiven P. einen sauren Geschmack. (Einen ähnlichen Geschmack bemerkte ohne alle Metallberührung ein von einem meiner Freunde dem Dr. Voss magnetisirter Mann.) Nähert man bei der Kreisschliessung die (genäfsten) Fingerspitzen, oder noch deutlicher eine, von der Haut entblöfste Stelle der Körperoberfläche dem negativen Pol, so erhält man ein der Kälte ähnelndes Gefühl von Contraction, während am entgegengesetzten Pole die Empfindung von Expansion-Wärme bemerkbar wird. — Diese sämmtlichen Wahrnehmungen gehen bei der Trennung oder Aufhebung des geschlossenen Kreises, so wie oben beim Auge bereits angemerkt ist, in die entgegengesetzten über. Werden die Actionen derselben Pole in ihrer Energie geschwächt, so bleibt die Art der Sinnenerregung qualitativ dieselbe, nur wird sie in gleichem Maase stufenweise geschwächt. Vergl. oben §. 120. u. Ritters Beit. etc. 2 Bde. letzt. Heft. S. 158. 160. u. s. f. Die übrigen Wirkungen auf den lebenden menschl. Körper ebendas. St. II. S. 83 ff.

2) Bei einer isol. Säule ist die Electricität der Pole so schwach, dafs sie kaum bei 30 Lagen für das empfindlichste Electrometer merkbar wird. Verfährt man hingegen auf ähnliche Weise wie bei dem einfachen Plattenpaare (vergl. §. 113. N. 2.), indem man den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capacität in Verbindung setzt, so zeigt der entgegengesetzte, nicht in dieser leitenden Verbindung stehende Pol, mittelst des Condensators, sein E.; der Zinkpol + E, der Silberpol in der Regel (über mögliche Aus-

nahmen vergl. §. 113. N. 5.) — E und zwar fortwährend, so lange die Bedingungen möglicher Action in der Säule noch vorhanden sind. Starke Säulen zeigen dieses E schon unmittelbar durch Anziehung und Abstossung; vergl. Bouviers Vers. in van Mons Journ. de Phys. et Chim. N. X. p. 52. Behrens's Blattgoldelectrometer in Verbindung mit den heterogenen Polen zweier Säulen; in Gilberts Ann. XXIII. 24. Ermann üb. die electroscopischen Phänomene der Volt. Säule a. a. O. VIII. 197. Derselbe über die electroscop. Phänom. des Gasapparats an der Säule; ebendas. X 1. Ritter üb. den Galvanism. d. Volt. Batterie ebend. VIII. 386. Jäger ebend. XIII. 399. — Auch findet zwischen den beiden Enden der Säule bei Annäherung von Dräthen ein starkes magnetisch-electrisches Anziehen statt, welches bei grofsplattigen Säulen vorzüglich stark ist, und bei kleinplattigen (nach Biot dem Beobachter dieses Phänomens) durch Oxydation verstärkt zu werden scheint. Die Ordnung, in welcher die Metalle angezogen werden, ist nach Biot — Eisen, Zinn, Kupfer, Silber; mithin die umgekehrte der Leitungsfähigkeit, woraus es wahrscheinlich wird, dafs die Cohärenz sich umgekehrt wie das Leitungsvermögen der Spitzen metallischer Körper verhalte; vergl. §. 97. dies. Grundr. Nach Volta (dessen oben angef. Abhdl.) und Marechauxs Vers. mit s. Mikroelectrometer (Gilberts Ann. XIX. 482.), nimmt die electroscop. Wirkung der Säule mit der Zahl der Plattenpaare zu. Zeigt z. B. eine Lage $\frac{1}{60}$ Gr. am Voltaischen Strohh. Electromet., durch den Condensator; so zeigen 2 Lagen $\frac{2}{60}$ etc. — Merkwürdig ist die Jägersche Beob., dafs durch unvollkommene Schliessung der

Kette (z. B. durch einen feuchten Leiter) die electr. Spannung, durch eine Art von Kreiswirkung in der Säule selbst erhöht werde, was bei der, um dieses zu zeigen, isol. Säule nicht am Electrometer, wohl aber irgendwo in der sich schliessenden, geschlossenen oder sich öffnenden Kette, durch Nervenerregung, Funken etc., hingegen bei der nicht isolirten, sondern durch den einen Pol mit einem Leiter von grosser Capacität in Verbindung gesetzten Säule, auch selbst am Electrometer nachgewiesen werden kann; nur zeigt der Pol dann sein E schwächer als unter oben erwähnter Bedingung, und um so schwächer, je mehr sich die Poldräthe im flüssigen Leiter nähern. Vergl. Gilberts Ann. XIII. 414.

3) Um die Lichtenbergischen Figuren des + und — E mittelst der beiden Pole der Säule darzustellen, bedient man sich am besten, nach Erdmann und Helwig, zweier (in Hinsicht der Grösse verschiedener) Condensatoren, indem man den Drath des Zinkpols mit der untern Platte des grösseren Condensators, und die obere Platte desselben mehrmals mit dem Silberpol berührt, darauf an den an die obere Platte befindlichen gläsernen Griff diese isolirt abhebt und an die obere Platte des kleineren Condensators bringt; worauf die Ladung derselben durch kleine Funken zu geschehen pflegt. Ist diese beendet, so hebt man die obere Platte des kleinen Condensators isolirt auf, und berührt mit dem, an derselben befindlichen kleinen metallenen Knopf, eine Harzscheibe, die darauf mit Bärlappsamen (Sem. Lycopodii) bestreut, sehr deutliche negative Figuren zeigt. Verbindet man die Platte des grossen Condensators nach entgegengesetzter Art mit der Säule, so erhält man eben so deutliche posi-

tive Sternfiguren. Auch vergl. man Ermann in Gilberts Ann. VII. 495.

4) Schliefst man die Säulen dadurch langsam, dafs man die Dräthe beider Pole gegenseitig bis auf einen geringen Abstand nähert, so sieht man in sehr kleinen Schlagweiten positive und negative electr. Funken entstehen. Statt der Metall- (gewöhnlich Eisen-) Dräthe kann man auch Kohlenspitzen mit ähnlichem Erfolge anwenden. Gilbert in s. Ann. VII. 157. Sehr starke Säulen geben schon bei der Berührung eines Pols einfache Funken. Ritter sah die Funken auch in der Flamme; a. a. O. XIII. 25. Davy in Schwefelsäure, Salpetersäure und Wasser, mit Hülfe sehr grofsplattiger Säulen; a. a. O. XII. 355. Ritters Vergleichung dieser Funken mit denen der Electr. Masch. XIII. 20. In der Regel sind diese Funkenproductionen von Verbrennungen begleitet, und daher ist ihre Farbe verschieden; z. B. bei der Anwendung von spitzigen Eisendräthen, in Form rother Strahlenbüschel mit blaulichem Kerne; bei der Anwendung von Quecksilber (welches mit dem + E Eisendrath in Berührung steht, ehe ihm der — E Eisendrath genähert wird. — Böckmann a. a. O. VII. 260.) hell bläulichgrün; bei Gold, (Blattgold) gelblich oder blafsröthlich weifs; bei Blattsilber weifslichgrün, bei Zinkblättchen hellbläulich weifs etc. Behängt man zu diesen und ähnlichen Versuchen, z. B. den Zinkpoldrath mit Blattsilber, Stanniol, unächtem Blattgolde (d. i. ein Messing ähnliches Gemische) etc., und nähert dann den Drath des Silberpols den Enden oder den Oberflächen dieser Metalle, so verbrennen sie mit lebhaftem Glanze; verfährt man hingegen umgekehrt, in-

dem man den Silberdrath mit jenen Metallen behängt etc., so kommt es an diesem Silperpole bei den edleren Metallen gewöhnlich nur zur glühenden Schmelzung und in beiden Fällen zur Zerstiebung in mehr oder minder wellenförmige Dampfwolken (vergl. §. 107. N. 3.). Platindräthe kommen gewöhnlich an beiden Polen nur zum Schmelzen; zwei Eisendräthe schweissen zusammen, und andere verbrennliche Stoffe z. B. Phosphor, Schwefel, Kohle, Naptha, Weingeist, Feuerschwamm, Ruſs, Schieſspulver, Baumwolle, Knallluft etc. können, wie durch den gewöhnlichen electrischen Funken (vergl. S. 436) entzündet und zum Verbrennen gebracht werden. Die Fähigkeit durch galv. Funken entzündet zu werden, wächst zum Theil mit der Leitung; daher werden dünne Metallblättchen am leichtesten verbrannt. Entzündung und Verbrennung erfolgen übrigens leichter in Lebensluft, als in atmosphärischer. Die Grösse und Intensität des Funkenlichtes, so wie die entzündende Kraft der Funken, nimmt nach Willinson (Gilberts Annal. XIX. 45.) und nach Cuthberson (ebend. XXIII. 263.) bei gleicher Plattenoberfläche, im Verhältniſs der Zahl der Plattenpaare, und überhaupt mehr durch Lagenvermehrung als durch Oberflächenerweiterung zu; vergl. oben S. 541 etc. — Ueber Versuche mit starken Volta'schen Säulen, vergl. man noch (ausser den oben bereits angeführten.) T. Bunzens Versuch an einer Säule von 1050 Plattenpaaren; Ritters Vers. mit 600 plattenpaarigen Säulen, und mit solchen von 2000; dessen phys. chem. Abh. I. S. 267 etc. II. 270. ff. Neues allg. Journ. d. Chem. III. 698. und die Vers. der französ. Physiker mit der neulich zu Paris ge-

bauten grossen Säule (von 20000 Franken Werth), vergl. Journ. für Chem. Phys. u. Miner. VII. 214—218. u. 553. ff.

5) So wie das Thermometer im gewöhnlichen electrischen Funken steigt, so wird auch die Temperatur jedes zur Schliessung der Säule dienenden Leiters erhöht. Bunzen (Gilberts Ann. XXV. 152.) sah das Thermometer, in dem zur Schliessung einer Säule von 1500 Lagen dienenden Wasser von 14° bis 23° R., in Salmiaklösung bis 38° R. steigen. An starken Säulen, werden die schliessenden Dräthe unverkennbar heiſs, Eisendrath sogar, bis zu einer gewissen Strecke rothglühend; die Hitze geht vom Zinkpole aus. Vergl. Davy in Gilberts Ann. XII. 355. Reinhold ebendas. XI. 384.

6) Besonders merkwürdig ist die Veränderung welche das Quecksilber erleidet, wenn es z. B. in einer Schale den Schliessungsdräthen der Voltai'schen Säule ausgesetzt wird. Als Ritter den eisernen Drath des Zinkpols einer starken Säule, in das Quecksilber leitete, und nnn mit dem eisernen Drathe des Silberpols die Kette schloſs, indem er in einiger Entfernung von dem positiven Drathe das Quecksilber berührte; so entstand ausser dem oben gedachten Funken, jedesmal ein, der positiv-electr. Lichtenbergischen Figur ähnlicher Stern, von schwarzem Quecksilberoxyde; schloſs er hingegen mit dem Zinkpoldrathe, so wurden ausser den von vorgedachten etwas abweichenden Funken, Puncte, Ringe, runde Flecken und überhaupt rundbegrenzte Gestalten, auf dem Quecksilberspiegel erzeugt, die vielleicht aus hydrogenirtem Quecksilber bestanden. Statt der Eisendräthe andre (nicht mit dem Quecksilber amalga-

mirbare) Metalldräthe in Form von Spitzen angewendet, zeigten ähnliche Erfolge. Wurde mit Kohle am Zinkdrath geschlossen, so waren die rundlichen Figuren ausserdem noch mit einer leicht verschwindenden Wolke oder Hofe umgeben. Die Säule welche R. zu diesem Vers. diente, bestand aus 224 Schichtungen, gab sowohl bei der Schliessung als auch bei der Wiedereröffnung Funken, welche lezteren jedoch kleiner waren. Wurde zwischen den schliessenden Drathspitzen ein Tropfen Wasser gebracht, so schäumte dieses während des starken röthlichen (zum Theil vielleicht von verbrennendem Wasserstoffgase herrührenden) Funkens, unter heftigem Zischen auf. R's. Abh. III. 265—268. Reinhold in Gilberts Annal. XI. 383. Auch fand derselbe Physiker, daſs das Quecksilber am Zinkpol steifer oder zäher werde, am Silberpol hingegen flüssiger und flüchtiger. Hierüber weiter unten.

7) Nähert man den — E Drath einer Flamme, während man zugleich den + E Drath in einer ½ bis 1 Zoll weiten Entfernung von dem ersteren in die Flamme bringt, so erzeugen sich im Augenblick der Annäherung des lezteren, an dem — E Drathe besondere, einer Pflanzenverästelung ähnelnde, dendritische Ruſsfiguren, die vielleicht nach Ritters Vermuthung (der dieses Phänomen zuerst beobachtete) eine fast metallische Kohle darstellen. Verfährt man umgekehrt; so findet dasselbe am posiven Drathe statt, nur weichen die Ruſsdendriten in der Form bedeutend von jenen ab. Mehr zusammengedrängt scheinen sie zugleich die Kohle im oxydirteren Zustande darzustellen. Vergl. Ritter in Gilberts Ann. IX. 337. Böckmann ebendas. XI. 231.

Ritter und Oerstedt in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. III. 692.

8) Leitet man von beiden Polen Platin- oder Golddräthe (oder vom Zinkpol einen Golddrath und vom Silberpol den Drath irgend eines anderen Metalles) in die beiden Mündungen einer V förmigen, von einem Stative gehaltenen, mit reinem Wasser gefüllten Glasröhre; so entbindet sich aus dem Wasser an der Spitze des SilberpolLeiters Wasserstoffgas (Gas hydrogéne), an der des ZinkpolLeiters Sauerstoffgas (Gas oxygéne). War hingegen der Drath des Zinkpols nicht von Gold oder Platin, sondern von einem anderen oxydirbareren Metalle, so wird hier kein Gas entwickelt, sondern es erzeugt sich Metalloxyd. Statt des Silberpoldrathes kann auch eine Kohlenspitze dienen; wollte man diese hingegen beim Zinkpole anwenden, so würde hier, Davys Beob. gemäſs (Gilberts Ann. VII. 3.) nicht Sauerstoffgas sondern Kohlensäure entbunden werden, die sich in dem Wasser zum Theil wieder auflöst. — Wählt man anstatt der gekrümmten Röhre die Taf. I. Fig. 14. dies. I. Bd. abgebildete Vorrichtung, zum Wasserbehälter, so daſs sie gefüllt in einer kleinen Schaale mit Wasser steht, und beide Dräthe in einiger Entfernung von einander unten hineinreichen, so mischen sich beide Gase, und stellen sogenannte Knallluft dar, die man mit Hülfe derselben Säule (bei gehöriger Vorsicht) wieder zu Wasser verbrennen kann, wenn man die Dräthe nach der Gasentbindung aus der Schale entfernt, und den einen derselben an den oberen metallenen Knopf, den anderen an den Seitenknopf der Röhre bringt; es entsteht dann oben in der Röhre ein electr. Funke, der die

Luft anzündet, welche mit hellem Lichte unter heftiger Explosion verbrennt, vergl. S. 455. d. I. Bd. — Will man jede der Gase für sich auffangen, so hängt man zwei kleine mit reinem Wasser gefüllte gläserne Recipienten, in eine kleine mit gleichem Wasser gefüllte Wanne (von Porzellan oder überfirnifstem Holz) und leitet die Dräthe durch (kein Wasser enthaltende) gläserne Röhren, unter die Recipienten; den Oxygendrath unter dem einen, den Hydrogendrath unter den anderen. (Die Glasröhren wo die Dräthe zunächst durchlaufen, werden an dem Ende, welches in das Wasser reichen soll, zuvor mit einem Korkstöpsel verschlossen, der vom Drathe durchstochen, noch mit etwas Siegellack überzogen wird, um das Eindringen des Wassers in die Röhre zu verhüten.) Andere Vorrichtungen zu demselben Zwecke, haben Simon (Gilberts Ann. VIII. 25.) u. Hildebrandt (ebend. XXI. 257.) angegeben; und Gilbert (a. a. O. VII. 243.) hat das Verfahren zur Bestimmung des Volums und des absol. Gewichts der Gase, genau beschrieben. — Schon früher hatten Ash u. a. (vergl. S. 488. N. 4.) die Wasserzersetzung in und mittelst der einfachen galv. Kette beobachtet; mit Hülfe der Säule, wurde dieser merkwürdige und nun erst die gehörige Aufmerksamkeit erregende Vers., zuförderst durch Carlisle, Nicholson, Cruikshank und Henry (Nicholsons Journal of natural philosophy. Vol. IV. Jul. 1800, übers. in Gilberts Ann. VI. 348.) angestellt, bald darauf von Ritter, C. H. Paff, Simon, Davy und v. Hauch genauer bestimmt; vergl. Ritters Abhandl. I. 199. ff. 245 etc. Ritter fand, daſs die Erzeugung jener Gase auch dann erfolgt, wenn der untere Theil der V förmigen Röhre reine

vollkommen entwässerte Schwefelsäure (die zwar leitet, aber durch die beiden Polwirkungen nicht selbst zersetzt wird enthält, so daſs beide Gase in gesonderten Schenkeln hervortreten. Pfaff erreichte etwas ähnliches, als er beide Wasserschichten dnrch einen nassen Korkstöpsel trennte; Simon und Davy, als sie anstatt des Korkes frische Fleischfaser wählten, und der leztere auch, als er zwei für beide Pole gesonderte Wasserschichten, durch einen lebenden Menschen in leitende Verbindung setzte. Man vergl. noch: Gilberts Ann. VII. 363. VIII. 22. 125 u. 110. Den wichtigsten und entscheidensten Vers. dieser Art, stellte v. Hauch bereits d. 21. Jan. 1801 an (vergl. Nord. Arch. II. 2. 38. und Ritters Abh. II. 310. ff.); er erhielt nämlich die Gase nicht in dem Verhältnisse, wie sie nach Lavoisiers Versuchen über Zersetzung und Wiedererzeugung des Wassers (vergl. §. 118. N. 6.) erfolgen sollten, sondern anstatt 14,337 Wasserstoffgas (dem Gewichte nach) in zwei zusammenhängenden Röhren 25,0775 Wasserstoffgas und 74,9245 Sauerstoffgas; in zwei anderen ähnlichen 7,722 und 92,278. Das Wasser war dabei, in jedem Continum vollkommen dasselbe, und es schien daher dieser interessante v. Hauchsche Versuch zu beweisen, was Ritter schon aus seinem ersten Versuche geschlossen hatte: nämlich, daſs das Wasser eine chemisch-einfache Substanz sey. — Spätere Versuche haben übrigens gezeigt, daſs wahrscheinlich an dem Zinkpol nicht bloſs Sauerstoffgas und am entgegengesetzten nicht bloſs Wasserstoffgas, sondern an beiden ein Gemisch beider Stoffe entwickelt werde, wovon vielleicht nur der eine am entsprechenden Pole gasförmig entwickelt wird, also

wenigstens in der Electricität seines Pols, die bestimmte Bedingung zur Entwickelung finde; der Sauerstoff am Zinkpol, der Wasserstoff am Silberpol. Ueber die Einwürfe gegen die Einfachheit des Wassers mündlich. Als Ermann eine mehrere Schuh lange Wasserschicht den beiden Polen der Säule aussetzte, erschien dennoch an jedem der Pole Gas; Eis statt des Wassers angewendet, verhielt sich hier wie bei der gewöhnlichen Electricität isolirend, es kam mithin auch nicht zur Gaserzeugung, eben so wenig bemerkte E. ein früheres Schmelzen des Eises, wenn es dem einen oder anderen Pole ausgesetzt wurde. Gilberts Ann. XI. 166. — Schmilzt man bei obigem Gaserzeugungsversuche die Mündungen der Glasröhren an dem Golddrathe zu; so erfolgt nach Simon (a. a. O. X. 297.) nur anfänglich Gasentbindung, nachher hemmt der Druck der in der Röhre enthaltenen Fluida alle weitere Gassation. — Die Summe des Gewichts beider erzeugten Gase, ist übrigens (nach S. a. a. O. 282.) stets der Summe des als tropfbares Wasser verschwundenen Wassers gleich. Erleichtert wird die Gasentwickelung, wenn man während der Einwirkung der Pole das Wasser schüttelt; und Ritter will bemerkt haben, dafs so eine grössere Menge von Gasen gewonnen werde.

9) Wie wir bereits oben (S. 455.) bemerkten, ist die Erregung jener Gase aus dem Wasser, auch mittelst der Electrisirmaschine möglich, und zwar (nach Ritter in Voigts Magaz. IX. 158. ff.) am besten, wenn man eine gerade Glasröhre, von 4 Pariser Zoll Länge und drei Linien Weite, mit reinem Wasser füllt, und das eine Ende derselben mit einem Zinkdrathe, das andere mit einem Platindrathe versieht.

Man verbindet darauf den Zinkdrath mit dem positiven Conductor der Maschine, den Platindrath mit der Erde oder mit dem Conductor des Reibzeugs, senkt beide Dräthe so weit ins Wasser der Röhre, daſs sie sich (ohne irgend isolirt zu seyn) bis auf einige Linien nähern, und läſst nun die Maschine drehen. Ich war bei diesem Vers. zugegen, und wurde dadurch späterhin veranlaſst eine ziemlich starke electr. Batterie so zu entladen, daſs sich zwischen beiden Belegen eine Wasserschicht (in einer isolirten offnen Schale) befand; statt eines Funkens geschah die Entladung in mehreren nach einander folgenden kleinen Funken, ohne merkbare Gasentbindung an den Spitzen der von dén Belegen ins Wasser reichenden Dräthe, und ich selbst erhielt nur sehr mässige Commotionen, da ich mich mit dem Drath des negativen Belegs in leitende Verbindung setzte und ihn so in das Wasser tauchte. — Diejenigen, welche obige Versuche früher anstellten, von Marum, Paets, van Troostwyk, Deimann, Gren, Pearson, Walloston u. a. wählten nicht heterogene Dräthe, und liessen dieselben nicht unmittelbar ins Wasser reichen, sondern den electr. Funken durch eine Luftschicht überschlagen, wodurch öfters das Glas der Röhre zerschlagen oder auch aufs feinste zerstiebt wurde. Sie bemerkten dabei, daſs, je grösser die Weite ist, aus der man den Funken überschlagen läſst, um so mehr Gas wird entbunden. Da dieser Versuch zuerst in Amsterdam angestellt wurde, so nennt man ihn gewöhnlich mit Lichtenberg: den Amsterdammer Versuch.

10) Bringt man in dem obigen Vers., anstatt des Wassers Weingeist in die Röhre; so isolirt dieser

anfänglich (so wie dieses Aether, atherische und fette Oele thun), hebt man hingegen die Dräthe öfters heraus, und bringt sie eben so oft wieder hinein, so leitet er endlich, was auf eine Wassererzeugung deuten würde, wenn nicht durch Verdampfung der Weingeist an sich wässriger geworden seyn sollte. Vergl. RITTERS Abh. II. 297—298.

11) Wählt man statt des reinen Wassers andere wässrige Flüssigkeiten, zur Schliessung der Kettenkette (Säule) so entstehen durch die (anziehenden) Wirkungen des + und — E der Pole, chemische Vertheilungen (Zerlegungen) gemischter Stoffe, und sehr häufig auch neue Mischungen der ausgeschiedenen Stoffe, mit Sauer- oder Wasserstoff. Den Bemühungen CRUIKSHANKS, BÖCKMANNS, HENRY's, SIMONS, v. ARNIMS, BRUGNATELLI's, (vergl, GILBERTS Annal. VI. 360. VIII. 152. VI. 369. VIII. 33. 183. XVI. 94.) HISINGERS und BERZELIUS (GEHLENS N. A. Journ. d. Chem. I. 115.) RITTERS (dessen Abh. I. II. III. B.) und vorzüglich DAVY's (GILBERTS Ann. XII. 157. XXVIII. 161. ff.) verdanken wir die vorzüglichsten Resultate über diesen Gegenstand.

a) Werden wässrige verdünnte Metallauflösungen, vorzüglich edler Metalle, der Einwirkung beider Pole, an einer schicklichen Glasröhre ausgesetzt, so werden sie am Hydrogenpole häufig vollkommen reducirt, und bilden dann grosse, höchst glänzende Metallvegetationen (vergl. §. 117 u. 118.). Am glänzendsten schlägt sich auf diese Weise das Gold am Golddrathe des Hydrogenpols, einer starken Säule, binnen einigen Tagen nieder. Eben so bildet das Silber, einen schönen Arbor Dianae, und das Blei eine Weinranken ähnliche Vegetation, die nach RITTER eine

28 Zoll lange und 5 Linien weite Glasröhre füllend, dennoch nur getrocknet $5\frac{1}{2}$ Gran wog. Die Metallniederschläge der übrigen Metalle, stehen den genannten an äusserer Schönheit nach. Aufgelöste Erden oder Alkalien krystallisiren am — E Pol wie gewöhnlich, und schon Zehntheillinien dieser Krystalle isoliren wie Glas. RITTERS Abhandl. II. 316. ff. Bei mehreren Metallen sind auch die Bildungen auf der Zinkseite merkwürdig. Aus der Silberauflösung bildet sich hier suroxydirtes Silber, von Metallglanz, Leitungsfähigkeit für Electricität und Galvanismus, von einer dem Eisenglanz ähnlichen bräunlichen Farbe, und aus einer fortlaufenden Reihe Kreuzstein ähnlicher Krystallisationen bestehend, welches mit gemeiner Salzsäure begossen, sogleich oxygenirte Salzsäure bildet. Auf ähnliche Weise läſst sich auch ein (braunes) Suroxyd des Bleies darstellen. RITTER im N. Allg. Journ. d. Chemie. III. 562. So wie sich das Silber im Kreise der Säule hyperoxydiren läſst, so kann man es auch hydrogeniren, und man erhält das Hydrogensilber aus jeder so weit verdünnten Silberauflösung, daſs die Quantität Hydrogen, welche die Säule am — E Pol Gold- oder Silberdrath liefert, nun nicht mehr Silberoxyd genug am Orte seiner Entwickelung vorfindet, um dieses Oxyd zu reduciren. Das nun entstehende Hydrogensilber erscheint theils als schwarzer Beschlag, theils in Dendritenform. Gold, Kupfer und Zinn zeigen nach RITTER a. a. O. ähnliche Veränderungen; und etwas der Art bemerkt man auch beim Eisen (?), in Form eines blauen Niederschlags, vergl. a. a. O. 561., Platin, Blei u. e. a. Metallen (vergl. S. 493. 494. 495 dies. Grundr. und meine

Materialien zur Erweiterung d. Naturk. I. S. 121. Beitr. I. 147. etc.)

b) Bringt man in eine ohngefähr 6 Zoll lange und $\frac{3}{4}$—1 Zoll weite Glasröhre, die ziemlich schief liegt, und an dem niedriger gesenkten Ende mittelst eines Eisendraths, mit dem — E Pol der Säule vereint ist, während das entgegengesetzte Ende auf gleiche Weise den + E Pol berührt, den dritten oder vierten Theil ihres räumlichen Inhaltes nach, Quecksilber, und füllt man den übrigen Raum mit Wasser, so daſs das Quecksilber den — E Drath berührt, und einen ziemlich flachen Spiegel bildet; so wird dieser Spiegel unausgesetzt in Bewegung seyn, und stets zwischen Expansion und Contraction schwankend, kleine Wellen schlagen, die sich genau so schnell hintereinander folgen werden, als wie die Zuckungen oder das regelmässige Flattern der Spitzen einer jeden neben der Säule, an einer Kerze, Weingeist etc. beim Verbrennen derselben erzeugt werdenden Flamme. Ritter (Voigts Mag. II. 370.), der dieses Phänomen nach Volta (vergl. Gilberts Annal. VIII. 296.) Henry (a. a. O. VI. 37.) u. a. deutlicher bemerkte, entdeckte diese gleiche Periodicität der Flamme, als er dasselbe einstmals Abends beobachtete. Es rühren, nach ihm jene Wellen daher, daſs das mit seiner Spitze unausgesetzt oscillirende Quecksilber bald vor, bald wieder zurückgeht, je nachdem die Action bald stärker bald schwächer ist (und dadurch zunächst eine Periode von $\frac{24}{37}$ Secunden angiebt), bei diesem sehr schnell sich folgendem Wechsel der Action nicht Zeit hat, wirklich vor- und rückwärts zu ge-

hen, die Sollicitation sich also nur wie ein dem Quecksilber schnell wieder vorübergehender Stoſs äussert. Beobachtet man das Phänomen an zwei neben einander stehenden, sonst aber durch nichts als den Boden verbundenen Säulen, die in Rücksicht der Lagenzahl, Plattenbreite des feuchten Leiters, der Metalle, möglichst verschieden seyn können, so findet man dieselben periodischen Oscillationen und zu vollkommen gleicher Zeit gegeben. Zählt man diese Schwankungen oder Zuckungen, ihres jedesmaligen Eintretens zufolge, und vergleicht sie, so findet man auf 6 Minuten stets 2220 — 2222, d. i. auf eine Minute 470, oder genau soviel als wie an der Flamme; und zugleich bemerkt man, daſs das Zucken innerhalb $3\frac{23}{24}$ Minuten einmal möglichst schwach, und dann nach und nach stärker werdend, einmal das Maximum der Stärke erreichend, eintrete. Eine solche und alle ähnliche Hauptperioden fassen in sich vier schwächere, deren zwei als Minima in das Minimum der grösseren Periode fallen. Untersucht man, wie oft jene Periode von $\frac{24}{37}$ Secunden in diejenige von $3\frac{23}{24}$ Minuten fällt, so ergiebt sich 365 mal, und eben so oft kommt die von $3\frac{23}{24}$ Minuten wiederum im Tage, und dieser im Jahre vor. Uebrigens hat die Periode von $\frac{24}{37}$ Secunden noch 365 kleinere — bei der Wirkung der galv. Erregung auf das Ohr; in der Zahl der Schwingungen eines zwischen $\overline{c}$ und $\overline{cis}$ fallenden, und neben den vorhin erwähnten Tönen oftmals bei jenem Versuche eintretenden Tons bemerkbar — von $\frac{2}{19}$ Tertien. Das Maximum der täglichen Periode fällt zur Nachtzeit und das Minimum (in der Zuckung) zur Tagszeit. Daher soll dieselbe galv. Säule zur Nachtzeit stärker als am

Tage wirken, und derselbe Fall auch bei eigentlich chemischen Processen eintreten; wohin die Mischungs-, Auflösungs- und Lösungsprocesse, die Gasentbindung mittelst electr. Erregung u. m. dgl. gehören. Dasselbe findet nach Ritter auch bei der Säule in der jährlichen Periode statt; das Maximum anorganischer Thätigkeit fällt dann, wenn die Sonne kürzere Zeit über dem Horizont verweilt, d. i. im Winter, ihr Minimum im Sommer. Vergleicht man diese Beobachtungen mit den über das Maximum der organischen Erdenthätigkeit, so fällt diese gerade in die entgegengesetzte Zeit. In der Nacht, und noch mehr im Winter ruht im Allgemeinen das Organische, verglichen mit dem Grade von Thätigkeit, der bei Tage und im Sommer gegeben ist. Eine grössere Periode der Erdenthätigkeit, von Ritter am Magnetism, an der Electricitätserregung der Atmosphäre und ähnlichen meteorischen Erscheinungen und Vorgängen der Erdmasse angedeutet, ist diejenige von $18\frac{2}{3}$ Jahren, oder die Zeit, in der die geographische Axe der Erde mit ihren Polen am Himmel Kreise von achtzehn Secunden Durchmesser beschreibt, die sich nach R's Vermuthung auch in den Mortalitätstabellen (als die Herrschaft anorganischer Thätigkeit über den organischen Bestand der Organismen bezeichnend) nachweisen lassen wird, und zum Theil auch Belege in den, zur Eintretungszeit jener Perioden sich besonders heftig zeigenden Ausbrüchen ansteckender Krankheiten, Contagien, und Entstehung der Miasmen zu erhalten scheint. Das Leben des Menschen und der übrigen organischeu Erdindividuen (bei dem ersteren weist es schon die Periodicität des Pulsschlags nach) besitzt noch jedes seine eigenthümliche, mit grösseren Erd-

perioden zusammenfallende Perioden, die in Hinsicht ihrer Darstellung, und der Art ihres Gegebenwerdens, den allgemeinen anorganischen Thätigkeitsäusserungen auf obig geschilderte Weise entsprechen, und so auf das gemeinschaftliche Activitätsprincip, auf allgemeines Belebtseyn hinweisen. — Eine jener grösseren Erdenperioden ist z. B. die von ohngefähr 26000 Jahren, oder das sogenannte Platonische oder grosse Jahr, in welchem die Erdaxe einmal in der Ecliptik herum kömmt, und die durch das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen enttseht. Vergl. S. 267. Hieher gehöret auch die von v. Humboldt bemerkte Unterabtheilung jeder täglichen regelmässigen Periode der Variation der Magnetnadel (vergl. S. 406) in vier schwächere; ferner die jährlichen und täglichen Variationen und Oscillationen derselben Nadel; und vielleicht auch das neuerlichst von Heller und Ritter bemerkte erdmagnetische Phänomen; vergl. Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Mineral. VIII. 696. Besonders scheint auch aus dem Verhältnisse der, den Erdkern umschliessenden concentr. Erdlagen, und aus ihrer individuellen Beschaffenheit angedeutet zu werden, ein periodisches, bald stärkeres bald schwächeres Entwickeln der Erdsubstanz, bei der unserer Beobachtung sich darbietenden, bis jetzt statt findenden Ausbildung: und die Geognose dürfte bei genauerer Prüfung dafür wohl nicht geringe Belege finden, in der nach und nach erfolgten, oftmals plötzlich und mit besonderer Energie sich ausdrückenden Entfaltung der einigen Urgebirgsmasse, zur mannichfach individualisirten Masse späterer Formationen; vielleicht datiren sich viele der sogenannten Erdrevolutionen da-

her, und dadurch dürfte denn wohl ihre, oftmals die ganze Erdsubstanz treffende Ausdehnung zu begreifen seyn. Ermann u. a. haben gegen das Periodische dieser Oscillationen Einwürfe gemacht.

Untersucht man das, in jener Röhre bereits einige Zeit oscillirende Quecksilber, so findet man, daſs es an der Oxygenseite weniger flüssig, auf der Hydrogenseite aber mehr flüssig erscheint, vergl. oben N. 6. d. §phs. Nöthigt man es, Gas (Hydrogen) zu geben, oder bildet man mit demselben im Kreise der Säule den negativen Pol selbst, so erlangt es an diesem eine bedeutende Zähigkeit oder Schwerflüssigkeit. So wird es auch umgekehrt weit leichtflüssiger, wenn es als Hydrogenpol im Kreise der Säule gesetzt wird, wobei es dann nicht die mindeste Spur von Hydrogengas entwickelt, wohl aber am Oxygenpol (wenn dieser durch Gold- oder Platindrath verlängert ist) Oxygengas. — Rose's leichtflüssiges Metallgemisch, ein gehörig flüssiges Bleiamalgam, das Metallgemisch der Buchdrucker etc. gewähren, im heissen Wasser flüssig erhalten, und so auf gleiche Weise wie das Quecksilber der Wirk. der Säule ausgesetzt, ähnliche Erscheinungen, nach Ritters, Oerstedts und eigenen Beobachtungen. Es scheint dabei das innere Bestandverhältniſs der Metalle selbst, durch die electr. Aufforderung der Säule, vielleicht in Form oder auf Art electr. Vertheilung, so lange einige Veränderung zu erleiden, als wie die Metalle jener Wirkungssphäre unterworfen sind; und das Zähe- und Flüssigerwerden an entgegengesetzten Polen, scheint nur der Anfang solcher Aenderungen zu seyn, beginnend mit einer Art magnetischer Polarisirung diese aber sogleich weiter

verfolgend, und über sie hinausgehend. Vergl. Ritter in Gehlens N. A. J. d. Chem. VI. 561. V. 405—419. Oerstedt ebend. III. 578. Meine Mater. I. 100—121. — Könnte man eine Säule bauen, von einer so grossen Leitungsfähigkeit und schnellen Action ihrer selbst, daſs z. B. das Quecksilber gegen sie so geringe leite, wie das Wasser im Verhältniſs zu den gewöhnlichen Säulen leitet, so würde das Quecksilber wahrscheinlich durch die beiden Pole der Säule so zersetzt werden, als zur Zeit das Wasser oder die darin gelösten Mischungen. So aber setzt sich zwar etwas der Zersetzung ahnliches in jedem vollkommen schliessenden (metallischen) Leiter fort, wird aber von Atom zu Atom in demselben Augenblick wieder aufgehoben, da es zu entstehen im Begriffe ist. Denn überhaupt, während die Electrisirmaschine z. B. durch verhältniſsmässig starke isolirende Hemmung, elect. Funken erzeugt etc., wirkt die Säule durch die ausserordentliche Leitung ihrer Theile gasgebend, oxydirend etc. Vergl. a. a. O.

c) Enthält die Röhre zwischen beiden Poldräthen Lacmustinctur, so wird diese am Oxygenpol geröthet, eben so wird Curcuma- oder Rhabarbertinctur am Hydrogenpol gebräunt oder violet. (S. 502 u. 503.) War überhaupt das Wasser jener Röhre nicht ganz rein, sondern mit vegetabilischen oder thierischen Theilen (z. B. von Fleischfaser als Leiter angewendet, oder von gefeuchter Blase als Bedeckungsmittel etc.) geschwängert, so enthält es gewöhnlich salzfähige oder wirklich salzige Theile z. B. Kochsalz, die dann von den Polen angezogen, und dadurch zerlegt, hier als Säure und Alkali hervorgehen. Vergl. Simon in Gilberts Ann. VIII. 1. Hisinger u. Ber-

zelius in Scherers Journ. IX. S. 256, Davy a. a. O. F. Pachianis Behauptung einer (scheinbaren) Erzeugung von Salzsäure und Natron aus reinem Wasser; Gilbert Ann. XXI. Bestätigende Beob. d. galv. Societ. in Paris; ebendas. XXIV. 391. XXV. 99. 232. Durch Simonn und Ermann von zufälligen Beimischungen organischer Stoffe abgeleitet; ebendas. XII. 220. Dagegen Pachiani's Meinung durch Brugnatelli vertheidigt; a. a. O. XXIII. 182. Ritter erhielt aus sorgfältig gereinigtem Wasser keine Spur von Säure oder Alkali; Voigts Mag. IV. 618. Gruner hingegen beides aus thierischer Gallerte und arabischen Gummi, Gilberts Ann. XXIV. 85. Ritter über Salzsäure und Natron durch Galvanismus aus Wasser; Gehlens Journ. f. Chem. u. Phys. I. 36. ff. Sylvester ebend. II. 152. ff. Davy's Vers. mit Wasser in Röhren von Wachs, Harz, Glas, in Tiegeln von Platin, Kegeln von Gold etc. zeigten endlich, daſs das bei diesen und ähnlichen Versuchen am —E Pol erschienene Natron oder Kali, aus dem Glase der Röhre etc. abstamme, daſs die bei ähnlichen Versuchen häufig erzeugt werdende Salpetersäure und das Ammoniak, dem Stickstoffe welchen jedes Wasser mehr oder weniger aus der Atmosphäre enthält, und dem Sauerstoffe und Wasserstoffe des Wassers zugeschrieben werden müsse; und das mit Hülfe der Säule die äussersten Minima von Alkali oder Säure, z. B. in Fossilien und organischen Stoffen, entdeckt werden könnten. Gehlens Journ. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 1. ff.

d) Setzt man Salzlösungen in Wasser, z. B. gelöstes schwefelsaures Kali, salzsaures Natron (Kochsalz) isolirt den beiden Polen der Säule aus, so finden durch

Anziehung der Pole chemische Vertheilungen oder Zerlegungen der gelösten Mischungen statt, denen der vorhin berührten Beobachtung ähnlich; und nach Davy (a. a. O.) werden die Bestandtheile an die entgegengesetzten Pole so übergeführt, daſs während des Ueberführens selbst die chemische Anziehung zu entgegengesetzten, damit in Berührung kommenden chemischen Stoffen, der Polanziehung nicht entgegen zu wirken vermag. Vergl. auch Hisingers und J. Berzelius Vers. in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. I. 116. ff. — Winterl legt diesen und ähnlichen Phänomenen eine andre abweichende Erklärung unter; Vergl. meine Materialien und Beiträge I. 116. ff. Nach W. enthalten nämlich alle organische Körper mehrere chemische Stoffe, in einem mehr oder weniger chemisch unwirksamen Zustande, den er abgestumpft nennt, und daher von abgestumpften Säuren und Alkalien etc. spricht; auf ähnliche Weise, jedoch aus anderen Ursachen abgestumpft existiren nach ihm dieselben Stoffe auch, in ihren Verbindungen zu Salzen, besonders wenn diese vollkommen neutral sind; werden hingegen wiederum chemisch unwirksam (begeistet), wenn sie mit den ihnen entsprechenden Electricitäten, die Säuren mit + E, die Alkalien (Erden und zum Theil auch die unvollkommenen Metalloxyde) mit — E, jede für sich verbunden werden. In obigen Versuchen wird daher nach W. am Zinkpol die Säure, am Silberpol das Alkali begeistet, und am ersten bleibt abgestumpftes Alkali, an lezteren abgestumpfte (nicht reagirende) Säure im Wasser gelöst. Wird dagegen eine chemisch wirksame Base, (so nennt W. das gegen Säuren reagirende) z. B. ein gelöstes

Alkali für sich, dem ihm nicht entsprechenden Pole ausgesetzt, so soll ihm durch diesen Pol sein E entzogen, und mit dem E des Pols zu oE (die W. für die Wärme selbst hält) verbunden werden, wodurch die Base abgestumpft wird; und bei Säuren soll der umgekehrte Fall eintreten. Das Wasser hält er für einfach, und Sauer- und Wasserstoff, für Verbindungen desselben mit + und — E (oder nach einer früheren Meinung: mit — und + E); weshalb er auch den Sauerstoff: Wassersäure und den Wasserstoff: Wasserbase nennt; das Wasser selbst aber als entgeisteten Sauer- oder Wasserstoff betrachtet. Die beiden Electricitäten nennt er die begeistenden Principien in der Natur, nnd die von ihnen befreiten Stoffen, Substrate deren Eigenthümlichkeit von einem dritten Immateriellen, dem Bande abhänge, welches in grosser Mannichfaltigkeit, besonders auch in organischen Stoffen existire, und die Verbindung des (in allen Materien gleichen) Stoffes mit den begeisteten Principien begründe. Vergl. Beurtheilung der über Winters System erschienenen Schriften, in den Heidelberger Jahrbüchern für Phys. Mathem. u. Cameralwissenschaften 1r Jahrg. III. H. u. ff. Kielmeyer vermuthete schon früher, daſs Säurung (Acidität) mit + E und Basirung (Alcalität) mit + E in Beziehung stehe (Vergl. Windischmanns Ideen zur Physik. I. 510.); und ähnliche Ideen finden sich auch schon in Kratzensteins, de Lucs u. a. Schriften. Eine ähnliche Zersetzung wie sie die Salze zwischen den Polen der Säule erleiden, findet auch bereits in der Säule selbst (z. B. in der obigen mit Salmiaklösung gebauten Säule, wo es der Ammoniakgeruch verräth)

statt; Winterl ist der Meinung, daſs diese Zersetzungen in der Säule, von einer Beraubung der beiden Electricitäten herrühren, welche zu den Polen fortgeführt würden. Daher sollen die in der Gegend des Indifferenzpunctes der Säule liegenden Salztheile, am vollkommensten in ihre abgestumpften Factoren zerfallen etc. Ueber diese und ähnliche Hypothesen, und über ihr Verhältniſs zur Erfahrung mündlich.

e) Gewöhnliche conc. Schwefelsäure wird nach Simon zersetzt, indem sich am Hydrogenpol weisser Schwefel niederschlägt. Salpetersäure wird gelb, und giebt Stickgas und Wasserstoffgas, und wird zum Theil in Ammoniak verwandelt. Concentr. wässriges Ammoniak giebt dieselben Gase wie die Salpetersäure. Vergl. Simon in Trommsdorffs Geschichte des Galvanism. 120. ff. Bucholz in Gilberts Annal. IX. 448. Kieselkali-Lösung wird ebenfalls zersetzt und die Kieselerde (wie gewöhnlich die Erden aus ihren Auflösungen) am — E Pol niedergeschlagen.

f) Setzt man thierische oder vegetabilische feuchte oder flüssige Substanzen der Wirkung der Säule aus, so erleiden sie schnell Veränderungen, welche in den Wirkungen des ausgeschiedenen Sauer- und Wasserstoffs ihren Grund haben. Nach v. Arnim (Trommsdorff a. a. O. 135.) gieng Pflanzenschein in Fäulniſs über; Bier und Wein wurden sehr bald sauer. Eiweiſs und schneller noch Eidotter und Saamenfeuchtigkeit wurden übelriechend; ersteres am Wasserstoffpol weiſsschleimig und durchsichtig, am Sauerstoffpol dicht und undurchsichtig. Muskelfaser verdarb schnell. Harnstoff wurde am Wasserstoffpol weiſs niedergeschlagen, und gieng schnell in Fäulniſs über. Frisches Blut wird am Sauerstoffpol röther und ge-

rinnt, am entgegengesetzten Pol fast schwarz und bleibt flüssig. Nach Brugnatelli (van Mors Journ. de Phys. et de Chim. IV. N. 10. 114.) gab Milch am Silberpol Milchzucker, während sie am Zinkpol gerann und säuerlich wurde. Aus Ochsengalle setzte sich am Silberpol eine eiweiſsartige Materie ab. Parrot (Gilberts Ann. XII. 61. vergl. Daubencourts und Zanetti's Vers. in Gehlens N. A. Journ. d. Chem. I. 357.) sah aus einem Streifen Muskelfleisch im Hydrogenwasser Gallerte, im Oxygenwasser Fett entstehen. (Derselbe Physiker will auch eine blaue Farbe haben entstehen sehen, als er das Wasser des Hydrogenpols zu dem Oxyde des Oxygenwassers schüttete; a. a. O. XII. 60.)

g) Bei der gewöhnlichen galvan. Wasserzersetzung stieg das Thermometer nach Tatum (Gilberts Ann. XXX. 236.) von 54° auf 80 Grad. Hildebrandt sah zu obigen und ähnlichen Versuchen Säulen aus Silber, Kupfer, Zink und Wasser, sich eben so wirksam verhalten, als Säulen aus Silber, Zink und Wasser a. a. O. 67. Noch vergl. man Grotthuss über die Zersetzung des Wassers durch die galv. Electr. etc. in Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 110. ff. Kohlensäure wird nicht zersetzt. N. A. J. d. Chem. I. 142.

h) Den 19 Novemb. 1807 theilte Davy der Königl. Societät zu London Versuche mit, die Metallisirbarkeit der Alkalien durch galv. Electricität erweisend. Seine Untersuchungen über die Zerlegung der Salze und über Pachiani's angebliche Salzsäure-Erzeugung, hatten ihm den Weg zu dieser glänzenden Entdeckung gebahnt. So wie einst die Erfindung der Säule alle Physiker des Continents in neue Thätigkeit setzte, so wurden auch jetzt Davy's wich-

tige Versuche sehr bald der Gegenstand experimenteller Prüfung französischer und deutscher Physiker. Vergl. Bibliothèque Britannique, Dec. 1807. u. Gehlens Journ. für Chem. Phys. u. Miner. IV. 660. V. 565. 567. VII. 595. 644. Gay-Lussacs u. Thenards, Ermans, Simons u. Klaproths erste Wiederholungs-Vers. V. 150 u. 571. 703. VII. 644. Ritters Vers. V. 302. ff. 449. ff. Boissiers Vers. ebend. 410. Seebecks Vers. ebend. 412. ff. 482. Die des Grafen v. Sternberg ebend. 419; des Prof. Placidus Heinrich, ebend. 413; Simons (423), Lampadius, Trommsdorffs 483 u. 487. Göttlings Vers. ebend. 710. Ferner finden sich die Beob. der ausländischen Physiker über diesen Gegenstand, so wie diejenigen mehrerer der oben genannten deutschen Physiker, so wie auch die eines v. Jacquin, v. Schreibers, Tihavsky und Bremser in Wien, u. a. in Gilberts Annal. XXVIII—XXX. u. s. f. Auch vergl. man die Notizen über Göttlings, Kastners, Seebecks und Ritters Vers. im Intell. Bl. der Jenaischen Allg. Lit. Zeit. Febr. u. März 1808.

Davy bemerkte jene Veränderung zuförderst nur an dem (ätzenden) Kali, Natron und Ammoniak, späterhin fand man aber, dafs auch Kalk, Baryt, Strontian und Talk einer ähnlichen Metallisation fähig seyen; und dafs dieselbe wahrscheinlich nicht sowohl durch Anoxydation, sondern durch Hydrogenation jener Stoffe erfolge, und ähnliche Producte auch auf gewöhnlich chemischem Wege, mittelst Kohle, Eisenfeile, Spiefsglanzmetall und Kohle etc. in eisernen Flintenläufen, bedeckten Tiegeln, oder besser in Retorten aus Stabeisen, gebildet werden können. Vergl. Curaudau in Gehlens Journ. für Chemie, Phys. u.

Miner. V. 569, 699, Bucholz ebend. 690. Göttling 703. Kastner VI. 190. Ritter a. a. O. — Vergl. Gilberts Ann. XXVIII. 327. 468. XXIX. 83. 87.

Um mit Hülfe der Säule diese Substanzen darzustellen, bedient man sich einer sehr breit- und vielplattigen, mittelst eines Gemisches von Kochsalz und Salmiaklösung gebauten Säule, deren eisernen (oder platinen) Zinkpoldrath, man in etwas gelinde angefeuchtetes, ätzendes, oder kohlensaures, oder auch mit anderen Säuren verbundenes Kali (oder Natron, oder Ammoniak, oder Baryt etc.), welches auf einem umgestürzten Kelchglase liegt, taucht, und nun die Kette mit dem Eisendrathe des Silberpols in der Weise schlieſst, daſs das Kali von dem lezteren Drathe ebenfalls berührt wird, jedoch zwischen beiden Dräthen eine einige Linien starke Kalischicht bleibt. Sehr bald bemerkt man am Hydrogendrathe kleine Quecksilber ähnliche, sehr glänzende, leichtbewegliche Kügelchen, die in der umgebenden Luft, vorzüglich wenn sie feucht ist, sehr bald, mit mehr oder minder lebhaftem Geräusche wiederum zu Kali verbrennen, und deshalb schnell unter rectificirtes Bergöl gebracht werden müssen, wenn man sie aufbewahren will. Berührt man diese Metalloide mit dem Hydrogendrathe unmittelbar, und nähert ihnen dann den herausgehobenen Oxygendrath, um die Säule zu schliessen, so geben die Metalloide röthliche Funken und verbrennen ebenfalls wiederum zu dem Alkali, das ihnen zur Basis dient. Statt des Eisens, können auch die übrigen Metalle zu Ketten schliessenden Dräthen bei diesen Vers. angewendet werden, mit Ausnahme des Tellurs, welches sich nach Ritter selbst hydrogenirt. Die Metalloide besitzen ein

(bei den verschiedenen Alkalien verschiedenes) sehr geringes specif. Gewicht, vergl. I. Bd. dies. Grund. S. 308, sind gewöhnlich mehr oder minder dickflüssig, können jedoch auch (bei niederer Temperatur) fest dargestellt werden, verbrennen in trockner atmosphärischer Luft durch Erhitzung, nur erst bei einer Temperatur die dem Rothglühen nahe kommt, hingegen in feuchter Luft, oder angehaucht, sehr schnell, mit Explosion und Flamme zu Alkali. (Brugnatelli will aus dem durch Verbrennung des Kalimetalloids gewonnenen reinem Kali, mittelst der Säule kein neues Metalloid haben entstehen sehen, und Curadau vermuthet, daſs ausser dem Wasserstoff, auch der Kohlenstoff fähig sey die Metalleität der Alkalien zu bewirken, so wie überhaupt bei mehreren Metalloiden auch andere, zuvor mit dem Alkali verbundene Stoffe, mit in die Metallumwandelung einzugehen scheinen). Wirft man etwas Metalloid ins Wasser, so steigen Wasserstoffgas Blasen auf, und das Wasser wird alkalisch; ein ähnlicher Erfolg tritt ein, wenn man das Metalloid in wässrigem Weingeiste, Aether, ätherischem Oele etc. aufzubewahren gedenkt. Freie Säuren stellen damit nach vorangegangener Rückbildung zu Alkali, gewöhnliche Salze dar. Mit Schwefel, Phosphor und einigen Metallen, besonders mit dem Quecksilber, lassen sich die Metalloide verbinden; die leztere Verbindung läſst sich auf der Stelle (nach Seebecks Beob.) hervorbringen, wenn man z. B. das Kali nicht unmittelbar, sondern durch eine kleine Portion Quecksilber getrennt, mit dem Hydrogendrathe in leitende Verbindung setzt; das Quecksilber geräth in wirbelnde Bewegung und wird nach und nach steif, indem es ent-

stehendes Kalimetalloid aufnimmt, und damit ein Metalloid Amalgam darstellt. Ins Wasser geworfen wird dieses sehr bald zersetzt, indem es Wasserstoffgas entbindet, reines Quecksilber und Kalilösung zurückläfst. Indem Gay-Lussac und Thenard das Kalimetalloid auf gewöhnlichem chemischen Wege darstellten, erhielten sie eine hinreichende Menge desselben, um Davy's frühere Behauptung: dafs die Metalloide reduc. (von Sauerstoff befreite) Alkalien seyen, zu prüfen; aus ihren Versuchen schliessen sie, dafs jene Producte nicht reducirte sondern hydrogenirte Alkalien seyen (vergl. oben), zugleich fanden sie aber, dafs namentlich das Kalimetalloid in Wasserstoffgas gebracht, noch eine Portion dieses Gases zu arsorbiren vermöge, wodurch es in eine weifslich graue feste Substanz verwandelt wird, aus der Quecksilber und Wasser, Wasserstoffgas abscheiden. Im Sauerstoffgase brannte das Metalloid mit lebhafter Flamme (bei gewöhnlicher Temperatur) und wurde dadurch wie gewöhnlich zu Aetzkali. Im Salpetergase und oxygenirtsalzsaurem Gase erfolgte dasselbe; die Producte waren zum Theil salpetersaures und salzsaures Kali. Reines Salpetergas und oxydirtes Stickgas wurden durch das Metalloid zerlegt, reines Stickgas ausgeschieden und (wässriges) Aetzkali gebildet etc. Vergl. Gehlens J. f. Chemie, Phys. u. Miner. V. 703. ff. Nöthige Vorsicht bei der Bereitung und beim Herausnehmen der auf gewöhnlichem chemischen Wege gewonnenen Metalloide; Bucholz a. a. O. VII. 188. u. s. f. Als Davy und späterhin Graf Sternberg die Boraxsäure einer ähnlichen galv. Behandlung unterwarfen, wie zur Erzeugung der Alkalimetalloide erforderlich ist, schien die Boraxsäure ebenfalls metallisirt zu werden. Gay-

Lusac und Thenard brachten im Verfolge ihrer Untersuchungen dieselbe Säure mit dem Kalimetalloid in chemische Berührung, und erhielten unter andern eine phosphorartige Substanz, welche sie für die Grundlage der Boraxsäure halten; ähnliche Versuche stellten sie in der Folge mit der Flufssäure und mit der Salzsäure an, von denen die erstere einige Veränderung in ihrer Mischung zu erleiden schien, jedoch scheinen sowohl diese als jene aus der Boraxsäure gewonnenen Substanzen, ebenfalls hydrogenirte Stoffe zu seyn, und bedürfen daher noch der genaueren Untersuchung, bevor sie im Systeme der chemischen Stoffe als Radicale jener Säuren aufgeführt werden. Vergl. Gehlen a. a. O. VIII. 485. ff. und Gilberts Ann. XXX. 363. — Die Leichtentzündlichkeit der Alkalimetalloide erregte in Ritter u. a. die Vermuthung, dafs die sogenannten Luftzünder (Pyrophore), so wie mehrere Selbstzünder und die in der Folge noch zu erwähnenden Leuchtsteine, ihre Fähigkeit sich von selbst, bei der Berührung feuchter Luft zu entzünden, oder zu leuchten, zum Theil einer geringen Beimischung von Alkali- oder Erdmetalloiden verdanken; vergl. Ritter in Gehlens Journ. a. a. O. V. 439. ff. Dahin gehörende Phänomene finden sich auch in Menge notirt in Kastners Beitr. I. u. II. B. — An der dem Zinkpole während der Metallisirung ausgesetzten Alkalimasse, wollen einige Physiker Oxydation und Umwandelung in Säure (Salzsäure oder Salpetersäure) bewirkt haben; vergl. Gilberts Ann. XXIX u. XXX. u. Ritter a. a. O.

12) Die Leitung durch das Wasser wird stets — mehr oder minder bemerkbar durch electr. Ver-

theilung begründet (vergl. oben). Daher sah Biot die Zinkplatte an der wasserhaltigen Tuchscheibe diesseits oxydirt, während jenseits das Oxyd wieder reducirt wurde. (Vergl. Pfaff und Friedländer franz. Annal. I. B. S. 143) Winterl sah Kupfer auf der ersteren Seite minder, auf der andern stärker oxydirt. (Vergl. Materialien a. a. O. S. 196, in der Note.) Vergl. auch Bucholz in Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 736. Das Wasser wirkt hier also in einer Scheibe mit derselben Energie, als beide Platten vereint; ist jene vertheilende Wirkung des Wassers noch durch Salze gestärkt, so ist es oftmals fähig, die Pole der Säule umgekehrt darzustellen; daher sah Davy (a. a. O. B. III. S. 177) bei einer Säule aus Kupfer und Eisen, also nicht sehr differirenden Metallen, die Pole, welche sie mit reinem Wasser zeigte, umtauschen, wenn jenes Wasser schwefelsaures Kali gelöst enthielt. — Uebrigens läſst sich eine ähnliche Polaritätsänderung durch Verwechselung der beiden heterogenen, die beiden Enden der Säule schliessenden Metallplatten bewirken, vergl. §. 121. N. 10. So wie hier der eigenthümliche Werth der verwechselten Metalle eine Totaländerung des ganzen electrischen Verhältnisses der Säule bewirkt, so tritt umgekehrt auch der entgegengesetzte Fall ein, bei verschiedenen Metallen von einem und demselben nur graduell verschiedenem Werthe ausser der Kette. So erscheint z. B. das Eisen mit Silber als basisches Metall, und wird in der Kette oxydirt, während das Silber - Hydrogengas entwickelt, nimmt man aber statt des Silbers Zink, so erhält das Eisen den electr. Werth des Silbers, und giebt Hydrogengas, während das Zink oxydirt wird. (Man vergl. hiermit Ritters

oben angeführte Spannungsreihe der Leiter und Isolatoren.)

13) Nach VOLTA (RITTERS Beitr. I. 205.) erhöht Wärme die Fähigkeit des Wassers zu leiten; van MARUMS Bemerk. daſs mit heisser Salmiaklösung gebaute vielschichtige Säulen, geringer wirken, als wenn die Salmiaklösung kalt war (VOIGTS Mag. III. 751) ist nur scheinbar richtig, und erklärt sich nach RITTER (a. a. O. IV. 599.) daraus, daſs die stärkere Wirkung jener schon während des Aufbauens nachläſst. Eine Vorstellung über die Stärke der galvan. Leitung des Wassers erhält man, wenn man die die Pole schliessende Wasserschicht sehr ausdehnt; dahin gehören GMELINS Beob. (CRELLS Ann. 1803. I. 151.), in denen eine 36 Fuſs lange Wasserfläche den Schlag der Säule zwar schwächte, aber ihre übrigen Wirkungen doch noch merklich zeigte. ERMAN wählte das unisolirte, freibewegliche Wasser der Havel bei Potsdam, zu ähnlichen Vers., und sah die einfache Zink-Silberkette, noch bei einer Wasserbogenlänge von 249 Fuſs wirksam. BASSE in Hameln stellte 1803 ähnliche Vers. an; indem 500 Fuſs lange, zwischen den Polen befindliche Wasserschichten, dennoch Wirkung dieser Pole auf das Wasser bemerken liessen. Dräthe, jeder 4000 Fuſs lang, gaben einander genähert noch Funken. GILBERTS Ann. XIV. 26. 28.

14) Bei jeder Säule, scheinen die Maxima ihrer einzelnen Wirkungen an gewisse Lagenzahlen gebunden zu seyn, und nach RITTER würden nur dann alle Wirkungen ihr Maximum bei einer und derselben Lagenzahl haben, wenn alle Bogen der Säule gleich gut leiteten; vergl. dessen Abh. III. 369. ff. Bei einer mit der §. 121. N. 3. angeführten Lauge

gebauten, 1000 schichtigen Kupfer-Zinksäule fand er das Maximum der Verbrennung bei 200—300 Lagen, über die hinaus der Funke an Energie verliert; das Maximum der chemisch-zerlegenden Wirkung bei 600; das des Schlages nirgends, sondern die Heftigkeit desselben wächst stets, hinauf bis 1000. — Hat die Säule irgend eine Wirkung gezeigt, so ist sie für eine kurze Zeit erschöpft; je schwächer die Säule im ganzen wirkt, um so längere Zeit bedarf sie, um zu neuen Wirkungen fähig zu seyn. Mit dieser momentanen Verminderung der Action, hört auch das Knistern und der eigenthümliche Metallgeruch vielschichtiger Säulen, eine Zeit hindurch auf. Erschöpfte Säulen, wirken nach v. Arnims, Ritters u. a. Beob., zur Zeit eines Gewitters, von neuem und stärker. — Der Leztere glaubt auch bemerkt zu haben, dafs frei bewegliche, horizontal schwebende Volta'sche Säulen, eine den magnetischen Polen der Erde entsprechende Stellung annehmen; Ermann und Hatchett (Gilberts Ann. XXIX. 98.) sahen indefs diese Beob. bei der Wiederholung der R.schen Vers. sich nicht bestätigen. Eben so hat sich bis jetzt auch die Bucholzische Bemerkung (Trommsdorffs Geschichte des Galv. S. 199) noch nicht bestätigt, dafs die Pole der Säule eine gewisse Wirkungsweite hätten, in deren Brennpuncten sie mehr wirkten, als näher oder ferner.

15) Nach Ritter findet eine vollkommen totale Schliessung der Säule nur dann Statt, wenn der schliessende Leiter an allen Gliedern der Säule vollkommen anliegt. Bei schwacher Spannung und rascher daurenden Succession der Spannung, sollen besser leitende Flüssigkeiten grössere Producte gewähren; bei

starker Spannung von nicht rascher und nicht anhaltender Succession, sollen hingegen schlechte Leiter bessere Dienste thun, als gute Leiter, und grössere chemische Producte geben. Für den ersteren Fall gewährt eine mit Salmiaklösung gebaute, aus wenig Lagen bestehende; für den lezteren eine mit Wasser gebaute vielschichtige Säule ein Beispiel. Nach R. fallen die Schläge einer Säule stärker aus, wenn man den Zinkpol mit einer mit Zink armirten feuchten Hand, den Silberpol mit einer mit Silber oder Platin armirten feuchten Hand schliefst, als umgekehrt; und nach demselben Beobachter soll eigentlich jede galv. wirksame Kette; aus vier Gliedern bestehen (vergl. §. 115. N. 1.) Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Mineral. IV. 638; und C. H. Pfaff versichert, dafs die Schwefelleber (Schwefelalkali) gerade so wie die Metalle mit blossen feuchten Leitern zu eigentlichen Säulen verbunden werden kann (Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 108.), womit oben S. 492 zu vergleichen ist.

16) Nach Ritter sollen einzelne Magnete, abwechselnd mit Wasser gelegt wie zwei verschiedene Metalle wirken, und so will er, die von den Polen der einzelnen Magnete gesammelte Electricität am Electrometer merkbar gemacht haben; vergl. §. 107. N. 6. R's Versuchen gemäfs soll am magnetischen Eisen der Südpol + E und der Nordpol — E, am magnetischen Stahle hingegen, der Nordpol + E und der Südpol — E zeigen, weshalb der Südpol des magnetischen Eisens oxydirbarer als der des Stahls, und der Nordpol des magnetischen Stahls oxydirbarer als der des Eisens sey etc. Vergl. Intellig. Bl. d. Jen. Allg. Liter. Zeit. d. 5 Februar 1806.

17) Die electr. Anziehungen der Säulenelectricität, sind dieselben welche bei der gewöhnlichen Electric. vorkommen; rücksichtlich der Verbreitung der Electricität, oder der sogenannten electr. Atmosphären. Wirkung, hat Volta neuerlich Beobachtungen gemacht, denen zu Folge, die Elecir. sich nach dem umgekehrten Verhältniſs der Entfernungen, nicht der Quadrate derselben, verbreite; was Simon, Ritter und Oersted bestätigten (Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. VII. 374.) und wonach das Coulombsche Gesetz berichtigt werden muſs; vergl. S. 435 dies. Grundr. — Mittelst der Volta'schen Säule lassen sich Leidner Flaschen und Batterien laden, wenn man den Leiter vom Zinkpol an den inneren, den des Silberpols an den äusseren Beleg bringt. Vergl. Cruikshank in Gilberts Ann. VII. 195. Hellwich ebend. 493. van Marum ebend. X. 123. Ritters Folgerungen die Identität der gewöhnlichen und der galv. Electricität betreffend, bei Gelegenheit ähnlicher Vers. ebend. XIII. 265. ff. Derselbe Physiker vermuthet, daſs die freie Electricität electrischer Fische, mit Hülfe einer grossen Batterie gesammelt werden könne; vergl. oben §. 120. N. 7.

18) Mehrere französ. Physiker, unter andern Laplace, Coulomb, Halle, Monge, Biot etc. versuchten die Volta'sche Säule mathematischen Berechnungen zu unterwerfen; dasselbe that späterhin auch Gilbert. In zwei Scheiben sey der Unterschied der Spannung $= 2b$ ($= a$); jede der isol. Platten S, Z, werde $S = -b$ und $Z = +b$, oder wenn an Z oder S eine Ableitung ist, im ersten Falle $Z = 0$, $S = -2b$ und im anderen $Z = +2b$, $S = 0$; so giebt es folgende Schemate, wo A, wenn Z ableitend,

B wenn S ableitend und I das Mittel hiervon, wenn die Säule isolirt ist, so wie D wenn sie auf beiden Seiten völlig ableitend berührt wird, und mithin durchaus o erhält. b ist hierbei = I gesetzt.

	A.	B.	C.	D.
S =	— 6.	o.	— 3.	o.
Z =	— 4.	+ 2.	— I.	o.
Fl.				
S =	— 4.	+ 2.	— I.	o.
Z =	— 2.	+ 4.	+ I.	o.
Fl.				
S =	— 2.	+ 4.	+ I.	o.
Z =	o.	+ 6.	+ 2.	o.

Es sind diese Grundformeln der Volta'schen Ansicht der Electricitätserregung und Vertheilung gemäſs entwickelt, und es läſst sich darnach die Stärke der Electricität, sowohl der obersten Zink, als auch der untersten Silberplatte bestimmen, wie dieses Gilbert gezeigt hat; vergl. Trommsdorffs Gesch. d. Galvan. 194 — 197. Reinhold ebend. 230 — 239.

19) Schon bei den früheren Versuchen mit seiner Säule, beobachtete Volta, daſs ein nasser Papierstreifen, der mit seinen beiden Enden, die Pole der Säule herührt, eine Ladung erhält, die noch nach Entfernung des Streifens an der Säule fortdauert, auch fand er, daſs reines Wasser, in einer gekrümmten Röhre galvanisirt, in kurzer Zeit die Fähigkeit bekommt, in den Muskeln eines präparirten Frosches Contractionen zu bewirken; Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner. V. 122. Auch Gmelin sah Muskelcontractionen erfolgen, als er ein Froſchpräparat mit dem Wasser in Berührung brachte, worin zuvor die beiden Poldräthe einer Säute wirksam gewesen waren

v. Crells Ann. 1803. I. 151. Ferner bemerkte Gautherot an den sammt den Wasser ausgehobenen (von der Säule getrennten) Poldräthen, einige Zeit hindurch noch Wirkungen, denen ähnlich, welche sie in ihrer vorigen Verbindung zeigten; nur mit dem Unterschiede, dafs die Schläge und das Funkengeben bald aufhörten, die Wirkung auf die Zunge aber noch lange nachblieb. Der Verfolg vorzüglich dieser Gautherot'schen Beob. führte Ritter zu der Erfindung einer Vorrichtung, die, nachdem sie eine Zeit hindurch in der Kette der Volta'schen Säule gestanden, nach aufgehobener Verbindung mit dieser Säule dieselben Erscheinungen, wiewohl schwächer und von kürzerer Dauer gewährt, als die Volta'sche Säule selbst, und von Ritter Ladungssäule, von Volta u. a. secundäre Säule genannt wird. Sie besteht aus abwechselnden Lagen eines Metalls (z. B. Kupfer) und reinen Wassers, mit welchem Pappscheiben getränkt sind. Vergl. Voigts Magaz. VI. S. 115—129. 181 u. ff. Volta hat gegen diese Entdeckung verschiedene Einwürfe gemacht, und hält sie für unvollkommene gewöhnlichen Säulen, indem er behauptet, dafs die Ladungssäule ihre Entstehung lediglich der electrometorischen Kraft der sauren und alkalischen Schichten verdankt, welche die Oberflächen des Leiters der ersten Klasse, der eine Zeitlang der gewöhnlichen Säule unterlegt wird, überziehen, und die aus der Zersetzung der Salze entstehen, welche gewöhnlich in der Flüssigkeit, die zu den Säulen gebraucht wird, enthalten sind. Vergl. Volta in Gilberts Ann. XIX. 490. u. Brugnatelli in Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Mineral. VIII. 355. Configliachi errichtete ahnliche Säulen aus den ge-

trennten Organen des Zitterrochens; Gehlen a. a. O. IV. 657. u. vergl. §. 120. N. 7. dies. Grundr.

20) Ueber Robertsons u. a. electr. Säure, über Brugnatelli's electr. Säure (Ossielettrico), über Hildebrandts u. a. Meinung, daſs + E = freie Expansivkraft, — E = freie Compressivkraft sey; über Lichtenbergs Vorschlag die Electricität aus Sauerstoff, Wasserstoff und Wärme bestehen zu lassen (vergl. Vorrede zu Erxlebens Naturlehre 6te Aufl. und Winterls oben angeführte Ideen); über einen andern Vorschlag Schellings (denn er jedoch in späteren Zeiten nicht weiter vertheidigt hat) die Electr. aus dem Sauerstoffe durch mechanische Zerlegung entstehen zu lassen; über die Meinung einiger Physiker, daſs jeder Körper eine eigenthümliche Electricität zu entwickeln vermöge, und über die oben (Cap. V.) geäusserte Vermuthung: daſs das Wasser selbst die Quelle der Electricität, oder wenigstens des electrischen Gegensatzes sey etc. mündlich. — Ausser den angeführten Schriften vergl. man noch: J. F. Erdmann Dissertat. utrum aqua electricitatem columnae a Cel. Volta inventae in elementa sua dissolvitur? Witemb. 1802. 4. F. G. Gmelin Diss. sist. observationes chemic. et physic. de electricitate et galvanismo. Tübing. 1802. — Juchs Ideen zu einer Zoochemie. Erfurt 1800. 8. C. H. Pfaff, über die strengen Winter, vorzüglich des 18ten Jahrhunderts und der letztverflossenen strengen Winter von 1808 u. 1809. Kiel. 8. (Unter andern enthaltend einen Vers. die Entwickelungsepochen im Leben der Erde zu bestimmen; vergl. S. 566 dies. Grundr.)

Ausser den im Vorhergehenden bereits gedachten Physikern, die sich um den Galvanismus verdient gemacht

haben, verdienen nebst mehreren Andern noch folgende genannt zu werden. Baget, v. Barneveld, Brisson, Curtet, Cuvier, Desmortiens, Drechsler, Ebeling, Eichhoff, Flashoff, Gerboin, J. F. Gmelin, Grashoff, Grimm, W. Gruner, Harke, Hedebrand, Horkel, Huth, Jacobi, Klaproth, v. Klenau, Klinger, Kortum, Laplace, Landriani, Lehot, Leytery, Lüdike, Marcus, Medger, Moyes, Müller, Neumann, Priestley, Remer, Schimming, Seyffert, Sprenger, Steffens, v. Torast, Tourdes, Unger, Wolff, Wollke etc.

§. 123.

Die verschiedenen Versuche mit der Volta'schen Säule zeigen unter anderen deutlich, a) daſs die anziehenden Wirkungen verschieden gearteter Materien oder Stoffe, allgemeineren und namentlich den magnetisch-electrischen Wirkungsverhältnissen untergeordnet werden können; b) daſs dieses Unterordnen in der Regel mit Hülfe des Wassers geschehe, d. i. mittelst einer Substanz, welche rücksichtlich der Qualitäten der übrigen Stoffe, als durch die allgemeinsten materiellen Kraftverhältnisse bedingt (und dadurch im gleichen Maase einfach) erscheint. c) daſs das Wasser dabei zur Entwickelung entgegengesetzter Qualitäten gelange (oder in entgegengesetzte Bestandtheile zerlegt werde), welche ebenfalls rücksichtlich der einzelnen Qualitäten der

übrigen Stoffe, einen eben so allgemeinen Werth und ein eben so einfaches Verhältniſs behaupten, als das Wasser gegen jene Stoffe selbst, und d) daſs zwar alle durch Berührung bewirkte Reaction heterogener Stoffe, stets von electrischer oder auch galvanischer Erregung begleitet (oder sehr häufig dadurch eingeleitet) sey, diese electr. Erregung der Stoffe, jedoch erhöht oder vermindert werden könne, und es mithin zum Theil in der Gewalt des Experimentators stehe, jene Erregungsverhältnisse mehr oder minder unwirksam zu machen. Von selbst drängt sich uns dabei die Frage auf, wie die anziehenden Wirkungen der einzelnen Stoffe unter sich, so wie die der Wasserbestandtheile zu sich selbst und zu diesen Stoffen, sich verhalten werden, wenn wir jene magnetisch-electrischen Einflüsse möglichst beseitigen? Und, indem wir die Anziehungsverhältnisse einzelner verschieden gearteter Materien unter sich, so weit wie die Erfolge dieser Anziehungen zunächst in Mischungen oder Durchdringungen der Materien bestehen, untersuchen, werden wir uns der Beantwortung dieser Frage nähern. Einstweilen vergl. §. 28 etc. 32 etc.

VII. CAPITEL.

VON DEM CHEMISCHEN PROCESSE UND VON DENEN IHM UNTERWERFBAREN STOFFEN.

A) Von dem chemischen Processe im Allgemeinen.

§. 124.

Das zwischen verschieden gearteten Materien (oder specifisch verschiedenen Stoffen) eintretende Thätigkeits-Verhältniſs, wodurch sie in ihren qualitativen und räumlichen Beziehungen zugleich, wesentlich verändert oder verwandelt werden, nennt man den chemischen Proceſs (Processus chemicus), und den Theil der allgemeinen Naturlehre, welcher bei den verschiedenen Materien diesen Proceſs, sowohl seiner Möglichkeit nach, als auch in allen seinen Anwendungen zum Gegenstande des Forschens und Wissens erhebt, die Chemie (Chemia).

1) Das Wort Chemia (das Schwarze im Auge) bezeichnete hyroglyphisch das Verborgene oder Geheime, jetzt nimmt man es gewöhnlich gleichbedeu-

tend mit Mischungslehre; sonst oder ausserdem gebräuchliche Synonyma sind: spargyrische Kunst, hermetische Kunst, Pyrotechnie oder Scheidekunst. Sie verdankt theils den früheren Bemühungen geheimer gesellschaftlicher Vereine in Egypten (vergl. Gruner im N. literär. Anzeig. 1808.), theils der Alchemie (vorgebliche Goldmacherkunde), theils der Medizin und Pharmacie ihre frühere Ausbildung; in neueren Zeiten wurde sie durch Boyle, Stahl, Boerhave, Priestley, Bergmann, Scheele, Lavoisier, Bertholet u. m. a. (vergl. S. 40—48 dies. Grundr.) zum selbstständigeren Wissenszweige erhoben, und ihr innerer nothwendiger Zusammenhang mit dem, was man insbesondere Physik nennt, nachgewiesen. Vergl. Lavoisiers Syst. der antiphlogistischen Chemie, übers. mit Zusätzen von S. F. Hermbstädt. I. II. Berlin 1792. 8. Syst. Handb. d. gesammt. Chemie etc. Von J. B. Trommsdorff, 1ste Aufl. VIII. Bd. Erfurt 1800. 1806. 8. Neue Aufl. I—IV. Bd. 1805—1809. 8. F. A. C. Grens system. Handb. der gesammten Chemie. III Th. Halle 1787. 3te Aufl. von M. H. Klaproth. III Th. Ebend. 1806. 8. F. Hildebrandts Encyclopädie der ges. Chemie. 15 Hefte. Erlangen 1799—1806. 2 Aufl. 1809 noch unbeendet. Kastners Grundr. d. Chemie etc. Heidelberg 1807. 8.

2) Schon die früheren (durch die Einleitung veranlaſsten) Untersuchungen über die Möglichkeit einer mannichfaltigen Natur, im Gegensatze der Mannichfaltigkeit des eigenen Geistes, vorzüglich aber die Nachforschungen jener allgemeineren Kraftverhältnisse, welche sich uns in den ersten V Capit. dies. Grundr. darboten, zeigten, daſs die Materie welche

die verschiedenen Körper bildet, mehr oder weniger ungleichstoffig (vergl. §. 27. 28 etc.) sey, und daſs mit Hülfe der chemischen Zerlegung (a. a. O. u. §. 29.) die einzelnen specifisch verschiedenen Stoffe, welche einem gegebenen Körperganzen zum Grunde liegen, für sich dargestellt werden können. Zugleich ergab ssch besonders aus den Galvanischen Versuchen, daſs diese Verschiedenheit der Stoffe Grade habe, denen zufolge der Gegensatz der Stoffe theils dem des + und — E sich nähere, theils sich davon entferne, und wir deshalb berechtigt wurden, die chemischen Bestandtheile (vergl. §. 28.) chemisch-differente Stoffe zu nennen. So wie sich + und — E zu 0 ausgleichen, so bemerken wir auch an den chemisch differenten Stoffen ein Vermögen, sich zu vereinigen, oder sich wechselseitig aus bereits eingegangenen Verbindungen zu Gunsten einer oder mehrerer neuen Mischungen (vergl. S. 95.) zu scheiden, und nennen dieses Vermögen die chemische Wirksamkeit der Stoffe, die, wie wir früher fanden, sehr häufig von der electrischen Wirksamkeit abhängig ist. Die chemischen Untersuchungen gehen daher zunächst darauf hinaus, die chemische Wirksamkeit aller bekannten Stoffe gegeneinander zu erforschen, mit genauer Beachtung aller dabei obwaltenden Bedingungen und aller dabei Statt findenden Erscheinungen. Indem man aus den Resultaten dieser Nachforschungen eine Theorie sämmtlicher chemischer Erscheinungen abstrahirt, und die Phänomene selbst nach ihren Entstehungsbedingungen zu einem Ganzen zu vereinigen strebt, nähert man sich einem Systeme der chemisch thätigen Stoffe.

3) Die chemische Wirksamkeit der Stoffe äussert sich stets dadurch, daſs sie aus zwei oder mehreren differenten Stoffen, ein oder mehrere relativ neue Ganze zu erzeugen strebt. Wir bezeichnen dieses Streben, um es von der Schwere und anderen Anziehungen zu unterscheiden, durch chemische oder mischende Verwandtschaft, oder richtiger durch Einungsstreben, und den Ausdruck desselben, so wie auch sehr häufig seinen Erfolg selbst, durch **Mischung** (im lezteren Fall richtiger durch Gemisch), Einung (Synthesis); vergl. §. S. 95. Jede chemische Verbindung, sey sie bloſs zwischen zwei oder mehreren Flüssigkeiten, oder durch Lösung oder durch Auflösung (vergl. S. 96 u. C. III.) gegeben, ist gleich einer gegenseitigen Durchdringung (vergl. §. 24.) der dabei thätigen Stoffe, begründet durch die chemische Verwandtschaft, und vermittelt durch Berührung in unmeſsbarer Ferne, wobei jeder dabei thätige Stoff seine individuelle Raumerfüllung verliert, um mit dem anderen vereint ein und denselben Raum zu erfüllen, d. h. ein homogenes Ganze darzustellen. Es erleiden daher die Stoffe unter erwähnten Umständen eine Wandelung, die nicht bloſs ihre chemischen sondern auch ihre räumlichen Verhältnisse trifft; und die Durchdringung macht aus dem Grunde das Wesentliche des chemischen Processes aus.

4) Die Anwendung der chem. Mittel zur chem. Zusammensetzung oder Zerlegung überhaupt, nennt man chemische Operationen (Operationes chemicae) oder auch chem. Processe, und unterscheidet diese dadurch von denen ihnen gewöhnlich vorangehenden

oder dieselben begleitenden mechanischen Operationen (vergl. §. 28 u. 30.); der Ort wo die einen oder beide vereint angestellt werden, heiſst eine chem. Werkstatt (Laboratorium chemicum). Vergl. die oben erwähnten Schriften und J. F. Johns chemisches Laboratorium, oder Anweisung zur chemischen Analyse der Naturalien nebst Darstellung der nöthigen Reagentien. Mit einer Vorrede von M. H. Klaproth etc. Berlin 1808. 8.

5) Um die chemische Anziehung der Stoffe von der Schwerewirkung auf die Materien zu unterscheiden, nennt man die erstere Verwandtschaft (Einungsstreben); und in der That ist man zu einer solchen Unterscheidung um so mehr berechtigt, da die chemische Anziehung in vielen Fällen der Schwere entgegen wirkt. Jedoch gilt dieses nur von der Erdschwere oder von der allgemeinen Schwere der Weltkörper. Spricht man hingegen mit Neuton (vergl. S. 155 d. Grundr.) von der gegenseitigen Shwere jedes Körpers, ferner von der specifischen Schwere der Stoffe, woraus ihre eigenthümliche Dichtigkeit und die Cohäsion des Tropfbarflüssigen resultirt (§. 71. ff.); so hat man Ursache, die chemischen Anziehungen als besondere Modificationen der Schwere des Einzelnen anzusehen. Ob aber die chemische Anziehung gegebener Stoffe durch die Erdschwere modificirt werde, ist zur Zeit noch nicht beantwortet; jedoch scheinen die bisherigen Erfahrungen dafür zu sprechen: daſs die chemische Anziehung zweier gegebenen Stoffe, unter übrigens vollkommen gleichen Umständen, unter den verschiedenen geogr. Breiten dieselbe sey; wiewohl noch niemals ein und derselbe Versuch, unter ganz gleichen Bedingungen, zu gleicher

Zeit, von zwei Chemikern, unter zwei verschiedenen geogr. Breiten angestellt wurde; vergl. §. 63. N. 2—3.

6) Die meisten chemischen Versuche sind bisher und werden in der Regel angestellt, ohne dabei den jedesmaligen Druck der Luft (§. 82. N. 3.) zu berücksichtigen. Operirt man indeſs mit Stoffen, die bei vermindertem Luftdrucke zur elastischen Flüssigkeit sehr tendiren, so kann vermehrter Luftdruck die Einwirkung solcher Stoffe erhöhen und beschleunigen; umgekehrt verminderter Luftdruck dieselben schwächen. Bei den chemischen Anziehungen verschiedener Gemische, welche von Zersetzungen und Ausscheidungen solcher Stoffe begleitet sind, die Neigung zur Luftform haben, kann der verminderte Luftdruck die Ausscheidung dieser Stoffe beschleunigen, und dadurch der ferneren Einwirkung der übrigen Mischungstheile zuträglich seyn. Mehrere flüchtige Stoffe verbinden sich sehr schwer mit minder flüchtigen; die gegenseitige Einwirkung kann dann aber sehr erleichtert werden, wenn man beide bei höherer Temperatur in luftdicht verschlossenen Gefässen behandelt. Die flüchtigen durch die Temperaturerhöhung ausgedehnten Stoffe, finden dann in den Gefäſswänden einen ihre Ausdehnung hemmenden Widerstand, der gleich einem sehr grossen Luftdrucke wirkt, die Elasticität der ausdehnsamen Stoffe daher erhöht, und veranlaſst, daſs diese Stoffe durch möglichste Erweiterung ihrer Raumerfüllung, den widerstrebenden Stoff zertheilen, nach und nach in allen möglichen Flächen berühren, und dadurch die gegenseitige chemische Anziehung und Durchdringung erleichtern. Dahin gehört der Gebrauch des

papinianischen Topfes, hermetisch versiegelter Digerirgefässe etc.; vergl. S. 339—340.

7) Ueberhaupt wird zur chemischen Anziehung und Durchdringung erfordert, daſs sich die Stoffe in möglichst vielen Flächen berühren; daher die vorangehende mechanische Zertheilung fester Materien, das Schütteln etc. Da die flüssigen Körper unter allen diejenigen sind, welche am leichtesten diese Bedingung zn lassen, so ergiebt sich schon hieraus die Nothwendigkeit, daſs einer oder beide anziehende Stoffe, mehr oder weniger flüssig sind, oder es doch durch Temperaturerhöhung werden können; und zum Theil daher der häufige Gebrauch eines tropfbarflüssigen Mediums als Vehikel, z. B. der des Wassers. Jedoch gilt dieses eigentlich nur von den tropfbaren Flüssigkeiten; denn ohnerachtet die elastischen ebenfalls leicht beweglich und leicht zertheilbar sind, so setzt ihr Streben zur Ausdehnung der chemischen Anziehung sehr häufig Schranken, während das Streben zur Tropfenbildung jene Anziehung begünstigt. Vergl. a. a. O. — Corpora non agunt nisi fluida.

8) So wie die Flüssigkeit der chemisch Berührenden die gegenseitige Durchdringung erleichtert, so wird umgekehrt dieselbe, so wie überhaupt die chemische Anziehung, häufig durch zu grosse Cohärenz (§. 97.) von Seiten des einen oder anderen Theils, mehr oder weniger gehemmt. Z. B. die Wirkung der atmosphärischen Luft auf den Demant. In solchen und ähnlichen Fällen muſs ausser der mechanischen Aufhebung (durch Pulvern etc.) jener eigenthümlichen Spannung der Aggregativtheilchen harter cohärenter Körper, welche den bestimmten Grad von Cohärenz zur Folge hat, sehr häufig zur Erhitzung

geschritten werden, um durch grössere Ausdehnung die Cohärenz zu schwächen und zugleich grössere Empfänglichkeit für den anderen berührenden Stoff, durch Erhöhung der chemischen Anziehungskraft selbst hervorzubringen.

9) Gewöhnlieh bedürfen jede zwei etc. Stoffe einen eigenthümlichen Wärmegrad, um zum Maximo ihrer gegenseitigen chemischen Wirksamkeit zu gelangen. Der Wärmegrad selbst wird durch die Erfahrung bestimmt. Merkur (Quecksilber) verbindet sich z. B. bei mässig hoher Temperatur mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, und bildet so Merkuroxyd; während dieses bei Glühhitze den Sauerstoff als Gas entweichen und das Merkur für sich (reducirt) zurückläſst. Einstweilen vergl. über Wärme S. 15 u. 16.

10) Der chemischen Anziehung entgegen wirkt häufig auch das Streben ein Körperganzes zu bilden oder das gestaltende Princip, vergl. S. 96, welches in der Chemie unter der Benennung verbindende Verwandtschaft, Anziehung des Gleichartigen etc. §. 32. bekannt ist. Es gehört dahin der Uebergang flüssiger Stoffe in einen mehr oder weniger festen Körper, welches sich durch das Gestehen, durch Gerinnen, durch Gallertbildung etc. äussert; ferner die Krystallisation, wodurch ein geometrisch begränzter, regelmässiger (d. i. durch irgend eine Ebene in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilbarer) Körper entsteht; und die Erzeugung neuer Organismen z. B. Infusorien, Schimmel esc., wo die einzelnen Theile und Glieder sowohl als auch das Körperganze stets mehr oder minder verschieden krummlinigt begränzt sind.

11) Die Einung chemisch entgegengesetzter Stoffe betrachtet die neuere Atomistik nicht als Durchdringung, sondern als eine eigenthümliche Nebeneinander-Lagerung der Atome, und behauptet daher, daſs in jedem Gemische die Mischungstheile an sich qualitativ unverändert, vermöge der bestimmten Anziehung specifisch verschiedener Atome, aufs feinste zertheilt neben einander gelagert sind. Da nun die Einungsprocesse sehr häufig von erhöhter Wärme und von Licht begleitet sind, so sieht man jener Verstellung gemäſs diese Phänomene als Folge, der bei der Mischung statt findenden Ausscheidung des (angenommenen) Wärmestoffes (Calorique Caloricum, Thermogenium) und Lichtstoffes (Lumière, Materia lucis, Photogenium) an. Einige halten das Licht für schnell bewegte Wärme; andere glauben, daſs die freie Erscheinung des Lichtes (beim Leuchten etc.) durch Verbindung des Lichtstoffes mit dem Wärmestoff bewirkt werde. Da wir indeſs bei keiner einzigen Mischung das Nebeneinander der Mischungstheile sinnlich zu unterscheiden vermögen, sondern vielmehr bei jedem dahin gehörenden Processe deutlich ein, gegenseitige Begrenzung aufhebendes, In-einander-wirken der Stoffe wahrnehmen, und zugleich finden, daſs in dem Maase wie dieses In-einander-wirken energisch von Statten geht, die Mischungsprocesse auch merkbarer von Wärme oder Licht, oder von beiden zugleich begleitet sind, so schliessen wir daraus, daſs Wärme und Licht diejenigen Verhältnisse der Umgebung zu unseren geistigen Organen (Sinnesorganen) sind, in welchen sich wahrnehmbare Objecte im Zustande einer freieren, unbegrenzteren Existenz befinden; woraus ferner

folgt, daſs bei übrigens gleichen Umständen, jene Phänomene eben so graduelle Steigerungen erlangen, als die Processe graduell verschieden sind, welche in den Stoffen eine, mehr oder minder momentane, unbegrenzte, freiere Existenz herbeiführten. Einstweilen vergl. S. 15. 16 u. ff. §. 25. 26. u. 21. In der Folge hierüber weitläuftiger.

12) Als bis jetzt unzerlegte Stoffe (chemische Elemente, Grundstoffe, Uranfänge, letzte Bestandtheile) hat die Chemie auf analytischem Wege folgende kennen gelehrt.

A) Den zeitherigen Erfahrungen gemäſs als unwägbar (§. 26. N. 4.) bekannt.

1) Das pos. electr. Fluidum; + E } Electrogène,
2) Das neg. electr. Fluidum; — E } Electrogenium.

Allgemeine Characteristik. In ihren Verhältnissen zu den übrigen Materien, den entgegengesetzten (+ und —) electrischen Zuständen ähnlich, vergl. S. 464 u. Cap. V. u. VI.; sich gegenseitig anziehend und zu o E ausgleichend; die chemische Anziehung aller übrigen Materien, welche diese unter sich äussern, überwältigend. Ueber Winterls Vermuthung der Ponderosität der electr. Fluid. mündlich.

Hieher zählen nun noch mehrere Physiker und Chemiker: den Lichtstoff und Wärmestoff, und einige auch, zwei (nicht nachweisungsfähige) magnetische und zwei eigenthümliche Galvanische Fluida.

B) Wägbare und sperbare Stoffe.

a) Verbrennung bewirkende und unterhaltende Stoffe.

1) Sauerstoff (Lebensluftbasis, Oxygène, Oxygenium).

Hält man das Wasser für einfach, und den Sauerstoff für eine Verbindung des Wassers mit +E, so wie den Wasserstoff für eine Verbindung des Wassers mit —E, (oder umgekehrt) so können beide Stoffe nicht als einfach betrachtet werden, und das +E ist dann der eigentlich Verbrennung bewirkende Stoff; so wie dann in den meisten Fällen der Brennbarkeit begründende, das —E. Vergl. §. 492. 493. 556. ff.

b) Verbrennbare, mit Sauerstoff verbindungsfähige Stoffe.

2) Wasserstoff (Hydrogène, Hydrogenium.)

3) Kohlenstoff (Carbone, Carbonium.)

4) Stickstoff (Salpeterstoff, Azote, Azotum.)

Die drei letztgenannten Stoffe gehen bei der Zerstöstörung organischer Körper, als diejenigen Stoffe hervor, welche nebst dem Wasser den gröſsten Theil ihrer ponderablen Grundlage ausmachen.

5) Schwefel (Soufre, Sulphur.)

6) Phosphor (Phosphore, Phosphorus.)

7) Salzsäure (Acide muriatique, Acidum muriaticum.)

8) Grundlage der Fluſssäure (Radical fluorique, Princip. acid. fluoric.)

9) Grundlage der Boraxsäure (Radical boracique, Princip. acid. borac.)

Sowohl die Grundlage der Fluſssäure (Fluſsspathsäure, Acide fluorique, Acidum fluoricum) als auch die der Boraxsäure (Acide boracique, Acidum boracicum) ist noch problematisch; vergl. S. 577 u. 578.

Metalle.

10) Gold (Or, Aurum

11) Platin (Platine, Platinnm)

12) Silber (Argent, Argentum)

13) Mercur (Quecksilber, Mercure; Argentum vivum, Hydrargyrum, Mercurium.)

14) Blei (Plomb, Plumbum.)

15) Kupfer (Cuivre, Cuprum.)

16) Eisen (Fer, Ferrum.)

17) Zinn (Etain, Stannum.)

18) Zink (Zinc, Zincum.)

19) Wismuth (Bismuth, Bis'muthum.)

20) Spiefsglas (Spiefsglanz, Antimoine; Antimonium; Stibium.)

21) Nickel (Niekel, Niccolum.)

22) Kobalt (Cobalt, Cobaltum.)

23) Arsenik (Arsenic, Arsenicum.)

24) Mangan (Manganes, Braunstein, Manganèse; Magnesium, Manganesium, Manganum.)

25) Molybdän (Wasserblei, Molybdène, Molybdaenium.)

26) Scheel (Wolfram, Tungstène, Schéelin, Schelium.)

27) Uran (Urane, Uranium.)

28) Titan (Mänak, Titane, Titanium.)

29) Tellur (Sylvan, Tellure, Tellurium.)

30) Chrom (Chrome, Chromium.)

31) Demeter (Cerer, Cerere, Cererium, Demetrium.)

32) Tantalium.

33) Columbium.

34) Iridium.

35) Osmium.

Metalle.

36) Rhodium.

37) Palladium.

Unter den lezteren sechs Metallen, bedarf vorzüglich das Columbium und Tantalium näherer Bestätigung.

c) Für sich unverbrennliche Stoffe, zum Theil metallisirbar.

38) Kali (vegetab. Laugensalz, Weinsteinsalz. Potasse., Alcali vegetab. Potassinum, Kali.)

39) Natron, (Mineralalkali, Soude, Alcali minerale, Natrum.)

40) Baryt (Schwererde, Barite, Baryta.)

41) Strontian (Strontinerde, Strontiane, Strontine, Strontina Strontiana.)

42) Kalk (Kalkerde, Chaux, Calcaria.)

43) Talkerde (Magnesia Bittererde Bittersalzerde, Magnésie, Magnesia.)

44) Kieselerde (Glasartige Erde, Silice, Silicea.)

45) Thonerde (Alaunerde, Alumine, Alumina.)

46) Glucinerde (Süfserde Beryllerde, Berylline Glucine, Beryllina, Glucina.)

47) Yttererde (Gadolinerde, Yttria, Yttria.)

48) Zirkonerde (Circone, Circonia.)

Die unter c. aufgeführten Stoffe theilt man in Alkalien (Laugensalze) und Erden, und nennt sie auch, so wie die Metalloxyde (d. i. die mit Sauerstoff verbundenen Metalle) salzfähige Basen, indem die ersteren mit den Säuren vereinigt Verbindungen darzustellen vermögen, in welchen die Säure vollkommen abgestumpft ist, und welche daher auch vollkommene Salze (Neutralsalze) genannt werden. Die Verbindungen der Erden mit den Säuren

sind minder vollkommen; man nennt sie erdige Salze (Mittelsalze). Diejenigen der Metalloxyde mit den Säuren, sind es noch weniger, und werden metallische Salze genannt. Jedoch verdienen auch die Verbindungen der Metalloxyde mit Alkalien, so wie diejenigen einiger Erden mit den Alkalien, den Salzen als Salz-ähnliche Mischungen beigezählt zu werden. Die Talkerde bildet die Mittelstufe zwischen Alkalien und Erden, und heiſst daher auch alkalische Erde (eine Benennung die man sonst auch dem Kalk, Baryt und Strontian ertheilte); so wie Thon- Glucin- Ytter- und Zirkonerde gewisse metallartige Verhältnisse zeigen, und daher als metallartige Erden aufgeführt werden können. Ueber chemische Nomenclatur, chemische Zeichen, Probierkabinette und Reagentien (§. 28. N. 5.) vergl. Kastners Grundr. d. Chem. I. S. 120—126.

§. 125.

Das was den chemischen Proceſs begründet; die mischende Verwandtschaft der Stoffe, findet wahrscheinlich zwischen jeden zwei Stoffen Statt, und in Fällen wo es zu keiner Mischung kommt, ist man noch nicht berechtigt auf Mangel oder Schwäche der chemischen Anziehungskräfte zu schliessen, sondern nur auf vorhandene Hindernisse; vergl. N. 6. des vorhergehenden §. Nur dann wenn dieselben Hindernisse in zwei gegebenen Stoffen, welche zugleich unter denselben Umständen einen dritten Stoff berühren, von beiden mit ungleicher Stärke überwunden

würden, dürfte man streng genommen auf eine Verschiedenheit der Stärke der Anziehung beider Stoffe zu dem dritten schliessen. Sehr häufig reicht die Quantitätsvermehrung des einen Stoffes hin, um ihm das zu ersetzen, was ihm rücksichtlich des zweiten etc. Stoffes im Verhältniſs zu einem dritten an chemischer Anziehungskraft abgeht.

1) Bertholet hat diese neuere Ansicht der Verwandtschaft in seinen Recherches sur les lois de l'affinité etc. Paris, an IX. 8. übers. von E. G. Fischer. Berlin 1802. 8., und in seinem Essai de Statique chimique. T. I. II. Paris, an XI (1803) 8., welcher ebenfalls von Fischer übersetzt erscheinen wird, entwickelt. Vergl. C. J. B. Karsten Revision der chemischen Affinitätslehre mit beständiger Rücksicht auf Berthollets neue Theorie. Leipz. 1803. 8. Drechslers Darstellung des ersten Lehrbegriffes Berthollets über Verwandtschaft und Verwandtschaftskraft, verglichen mit dem Lehrbegriffe Bergmanns im Trommsdorffischen Journale der Pharmacie. XIII. 2. S. 3—138.

2) Dieser Ansicht entgegen steht die Wahlverwandtschaft des Bergmann; vergl. Torb. Bergmann de attractionibus electivis. — Vid. Opuscul. T. III. p. 291—470. C. F. Wenzel Lehre von der Verwandtschaft der Körper. Dresden 1777. 8. Mit Anmerk. von Grindel. Ebend. 1800. 8. W. Keir Dissertatio de attractione chemica. Edimb. 1778. 8. R. Kirwan Versuche und Beob. über die specifische Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salze.

In dessen Schriften. I. Bd. J. B. RICHTERS Anfangsgründe der Stöchyometrie u. s. w. I—III. Thl. Breslau u. Hirschberg 1792—1795. und des I. Thls. 2r Abschn. 1794. Dessen: Ueber die neuen Gegenstände der Chemie. Bresl. I—XI. St. 1791—1802. — J. FRIES Versuch einer Kritik der RICHTERschen Stöchyometrie, in SCHERERS Archiv für d. theoret. Chemie. III. Hft. Jena 1801. 8. GUYTON MORVEAU allgem. theoret. u. pract. Grundsätze der chemischen Affinität oder Wahlanziehung. Aus dem Franz. übers. von Dr. J. VEIT und mit Anmerk. v. S. F. HERMBSTÄDT. Berlin 1794. 8. GUITON in den Annal. de Chemie, T. XXV. S. 269—298. HASSENFRATZ in SCHERERS Allg. Journ. d. Chemie. II. 210. GILBERT Annal. IV. 194—209. u. 369—376.

2) Nach BERTHOLLET ist die Verwandtschaft keine absolute Kraft, sondern sie ist vielmehr nach Maasgabe der Menge der concurrirenden Massentheilchen, einer Verstärkung oder Verminderung fähig. BERGMANNS Ansicht hingegen stellt die Verwandschaft als absolute Kraft gegebener Stoffe auf. Wenn nach BERTHOLLET die Verwandtschaft, welche in der Gewichtseinheit n des Stoffes A zum Stoffe B liegt, durch x ausgedrückt wird, so wird die Intensität der Verwandtschaft in jeder anderen Gewichtsmenge desselben Stoffes A durch ein Product ausgedrückt werden können, aus diesem x in diese Gewichtsmenge. Z. B. diese Gewichtsmenge sey P und enthalte m solcher Gewichtseinheiten wie n, sey mithin $=$ mn : so wird die Intensität der Verwandtschaft von P seyn $=$ x. mn, und dieses Product aus der Intensität des Verwandtschaftsgrades eines Stoffes in die Gewichtsmenge desselben, nennt BERTHOLLET die chemische Masse

(*das chemische Moment*) mit welcher ein Stoff wirkt. Daher läſst sich dieser Satz auch so ausdrücken: *die Verwandtschaftskraft eines Stoffes gegen einen anderen ist stets proportional seiner chemischen Masse, die er mit in den Anziehungsproceſs bringt.* Berthollet a. a. O. Von demjenigen Stoffe, der mit weniger Materie dasselbe in Beziehung auf einen dritten Stoff bewirkt, was ein anderer nur mit einer grösseren Menge seiner Materie zu bewirken vermag, sagen wir, daſs er zu dem dritten Stoffe grössere Verwandtschaft habe; vergl. oben im §. Wird nach Bergmann zu einer Mischung Ab noch ein Stoff B gesetzt, der mit A näher verwandt ist, wie A mit b, so wird nach Bergmann b *gänzlich ausgeschieden*, und es entsteht die Mischung AB. Fälle der Art nannte man Phänomene der *einfachen Wahlverwandtschaft*, im Gegensatz von solchen Scheidungen und Verbindungen wo zwei oder mehrere Mischungen gegenseitig zerlegt und an deren Stelle eben soviel neue Mischungen erzeugt werden, Fälle die durch *doppelte* (oder richtiger *mehrfache*) Wahlverwandschaft bezeichnet wurden. Z. B. Schwefelsaures Natron und salzsaurer Baryt werden gemischt; so durchdringen sie sich wechselseitig und gleichzeitig, und zeigen sich nach beendeter Durchdringung als schwefelsaurer Baryt und salzsaures Natron.

	Salzsaures Natron		
Salzsäure	A	b	Natron
Baryt	B	a	Schwefelsäure
	Schwefelsaurer Baryt.		

Ueber die aus ähnlichen Zersetzungen herzunehmenden Einwürfe gegen Winterls Ansicht des chemischen Anziehungsgrundes der Säuren und Basen, vergl. Kastners Grundr. d. Chem. 168. — Diejenigen welche einen Wärmestoff annehmen, statuiren keine einfache Wahlverwandtschaft, sondern sehen wenigstens alle sogenannte einfache Wahlverwandtschaften auf trocknem Wege, wobei der eine Stoff in elastischer Form geschieden wird, als doppelte Wahlverwandtschaften an. Z. B. die Zerlegung der Kreide (kohlensaurer Kalk) durch Schwefelsäure; des Kochsalzes durch Phosphorsäure bei höherer Temperatur etc. — Bei der einfachen Wahlverwandtschaft nahm man nach Bergmann auf die Quantitäten der Stoffe nicht Rücksicht, indem man wähnte, es könne nur einen Zustand der Verbindung zweier Materien mit einander geben, und dafür glaubte man den Zustand der Sättigung halten zu dürfen, den man gleichbedeutend mit Neutralität nahm, und daher auch von Uebersättigungen sprach; während Berthollet überhaupt jeden Zustand Sättigung nennt, worin sich ein paar Stoffe nach einer jeden wechselseitigen chemischen Wirkung auf einander befinden. 1 A mit 1 B verbunden ist so gut eine Sättignng als 1 A mit 100 B etc. Die hier möglichen verschiedenen Verhältnisse, heissen Mischungsverhältnisse, und derjenige Zustand, wo zwei oder mehrere Stoffe so vereint sind, daſs jeder seine ehemaligen Eigenschaften gänzlich verloren hat (vergl. oben §. 124.) Neutralität (Keinerleiheit). Es giebt also verschiedene Sättigungsgrade. Geht ein Stoff A mit einem anderen B ein

ein gewisses Sättigungsverhältniſs ein, so erfordert eine n mal grössere Menge A auch n mal soviel B, um dasselbe Sättigungsverhältniſs wie zuvor hervorzubringen; und je grösser die Menge des einen Stoffes ist, der mit dem anderen in Mischung übergeht, desto stärker wird dieser leztere gebunden. Wird A durch 1 C mit einer Stärke von $\frac{1}{2}$ gebunden, so muſs A durch 100 C mit einer Stärke von 50 gebunden werden. Das was dem einen Stoffe an Verwandtschaftskraft abgeht, kann ihm an Menge ersetzt werden, und umgekehrt. Haben zwei Mischungen AB und CD einerlei Sättigungsverhältniſs, so werden die Grundlagen B und D, so wie die Stoffe A und C womit diese verbunden sind, durch gleiche Kräfte gebunden, d. h. sie bieten einerlei chemisches Moment (vergl. Hildebrandts Naturl. 2 Abth.) dar.

4) Diesem gemäſs ist nun im Bertholletschen Sinne, weder eine einfache noch eine doppelte Wahlverwandtschaft möglich. Im ersteren Fall (vergl. vorige N. oben) vertheilt sich A im Verhältniſs seiner chemischen Masse zwischen b und B, und eine vollständige reine Ausscheidung von b ist nur möglich, wenn z. B. die Cohärenz- und Krystallisationskräfte mit der Elasticität von b im umgekehrten Verhältnisse stehen. Sind die Anziehungskräfte von b und B ungleich, während ihre Quantitäten gleich sind, so wird sich A im Verhältniſs dieser Kräfte theilen müssen. Z. B. es sey der Werth von x für nb auch für nB = 10. Die Masse Pb = 50 . nb und die PB nur = 10 . nB: so wird A sich unter b und c im Verhältniſs von 1 : 5 theilen. Ist hingegen der Werth von x für nb = 7 und der für nC

= 2; und sind die Massen Pb und PC beide = 10: so vertheilt sich A unter b und B im Verhältniſs von 1 : 7. Alles dieses gilt indeſs nur so lange, als die körperlichen (Ausdehnungs-) Zustände, z. B. die der Flüssigkeit dieselben bleiben. Im zweiten Falle, der mehrfachen Wahlverwandtschaft, entsteht nach Berthollet zuvörderst (aus salzsaurem Baryt und schwefelsaurem Natron) ein homogenes Ganze, aus dem sich dann erst nach eintretender grösseren Cohärenz zweier oder mehrerer der verbundenen Stoffe (z. B. der Schwefelsäure und des Baryts) eine neue Mischung abscheidet, wodurch die andere übrig bleibt; — vorausgesetzt wenn das Sättigungsverhältniſs der ehemaligen gesonderten Mischungen (z. B. die Neutralität des salzsauren Baryts und des schwefelsauren Natrons) gleich ist. Haben diese hingegen ungleiche Sättigungsverhältnisse (z. B. flüssiges saures weinsteinsaures Kali — Weinstein genannt — und kohlensaurer Kalk), so tritt derselbe Fall wie bei der sogenannten einfachen Wahlverwandtschaft ein; nur mit dem Unterschiede, daſs man drei verschiedene Verbindungen erhält. Uebrigens unterscheidet Berthollet die ursprünglichen Verwandtschaftskräfte der Grundstoffe, von den abgeleiteten (resultirenden) ihrer Verbindungen; so soll z. B. die Salpetersäure (welche aus Sauerstoff und Stickgas besteht) auf das Kali, vermöge der abgeleiteten Verwandtschaft des Sauerstoffs und Stickstoffs wirken. Auch ist der Fall möglich, daſs ein zusammengesetzter Stoff mit der ursprünglichen und abgeleiteten Verwandtschaftskraft zugleich wirken kann. Jedoch vergl. Kastners Chemie. S. 160 ff.

5) Bei Substanzen die aus dem Organischen abstammen, kann, solange man noch organische Zusammensetzung und Bildung von chemischer Mischung unterscheidet, nicht von der Anziehung der Stoffe, weder von einer ursprünglichen noch von einer abgeleiteten im Bertholletschen Sinne die Rede seyn; auch selbst dann nicht, wenn man die organische Bestandeskraft, welche sich auf Assimilationskraft des Individuums reducirt, als eine der mischenden entgegen strebende Kraft betrachten, und sie daher den mehr oder minder hindernden Kräften der Cohäsion, Krystallisation, Expansibilität (und unter gewissen Umständen auch) der Wärme, Electricität etc. beigesellen und auf ähnliche Weise, wie mit diesen geschieht, bei zu setzenden Mischungen in Betracht ziehen wollte. Vergl. S. 19—20 u. S. 398 N. 4 ff.

6) Sehr häufig werden, vorzüglich organische Substanzen, durch chemisch einwirkende Stoffe genöthiget, chemische Stoffe oder Mischungen aus sich selbst (seltener mit Zuziehung der Bestandtheile der atmosphärischen Luft) hervorgehen zu lassen, die zuvor nur der Möglichkeit nach, in ihnen vorhanden waren, und daher erst durch die starke Anforderung des chemischen Stoffes erzeugt wurden. Man bezeichnet die dahin gehörenden Erscheinungen durch den Ausdruck disponirende, neuerzeugende oder auch vorbereitende Verwandtschaft. Fourcroy und Vauquelin machten zuerst darauf aufmerksam; Beispiele gewähren die Umwandelung des Zuckers (oder der Holz-Stroh etc. Faser) in Kohle, Wasser und Essigsäure durch die starke Anziehung der damit gemengten kalten Schwefelsäure zum Wasser. Eigent-

lich gehört jede Zerstörung organisirter Massen durch chem. wirkende Stoffe oder Gemische hieher; vergl. S. 398—399 u. 357—358, und zum Theil selbst schon die Verkohlung in verschlossenen Gefässen. — Ueber die Rolle, welche die Wärme bei diesen Zerstörungen und überhaupt bei den Mischungen und Entmischungen übernimmt, in der Folge; einsweilen vergl. Kastners Chemie. S. 159.

7) Mit dieser disponirenden Verwandtschaft muſs nicht die neuerzeugende des Gren (dessen Handb. d. Chem. 2te Aufl. Ir Thl. §. 55.) und die damit übereinstimmende vorbereitende einiger anderen Chemiker verwechselt werden; indem beide mit der sogenannten anneigenden Verwandtschaft mehr oder minder übereinkommen. Vergl. Kastners Chemie. I. S. 173. Treten nämlich mehr als zwei heterogene Stoffe in chemische Berührung, um eine (neue) Mischung darzustellen, so verbinden sich zuvor die mehr gleichartigen Stoffe, um so vereint gegen die übrigen (aufähnliche Weise unter sich angezogenen) Stoffe, gleichsam in zwei gegenüber stehenden Reihen (die jedoch nur dem chemischen Werthe nach zwei heterogene Massen representiren) auf einander zu wirken. Es gehören hieher die meisten von den Fällen, welche unter der Rubrik anneigende Verwandschafts-Phänomene aufgeführt zu werden pflegen. Z. B. Oel, Alkali und Wasser. Kampfer, Zucker und Wasser. Harz, Terpentin, Eigelb und Wasser etc. Vergl. Kastner a. a. O. S. 165.

8) Auf häufig und mehr oder minder sorgfältig angestellte Beobacht. über die entfernteren oder näheren chem. Anziehungen der Stoffe, im Bergmannschen

Sinne, und nach Anleitung des Schemas seiner einfachen Wahlverwandtschaft, gründet sich die Verfertigung der *Verwandtschaftstabellen* oder *Stufenleitern des Einungsstrebens* (vergl. a. a. O. 153—157), worin die Stoffe so namentlich aufgeführt und aufgestellt sind, daſs entweder der nächststehende oder der entfernteste derjenige ist, welcher zu dem oben stehenden das stärkste Einungsstreben besitzt, z. B.

Salpetersäure.		Salpetersäure.
7) Zink		1) Baryt
6) Thonerde	oder	2) Kali
5) Ammoniak		3) Kalk
4) Talkerde		4) Talkerde
3) Kalk		5) Ammoniak
2) Kali		6) Thonerde
1) Baryt		7) Zink.

Es bedürfen diese Tabellen einer sorgfältigen Berichtigung im Berthollet schen Sinne sowohl, als besonders auch rücksichtlich der häufig ganz übersehenen, das ganze Verhältniſs abändernden electrischen Spannungen und eintretenden galvanischen Ketten. Anstatt der namentlichen Aufführung der einzelnen Stoffe, gebraucht man zuweilen auch, der Kürze wegen, die *chemischen Zeichen*; so wie man sich auch, zur Vermeidung weitläuftiger Umschreibungen, bei den verschiedenen Phänomenen des gegenseitigen Einungsstrebens (vorzüglich bei der sogenannten mehrfachen Wahlverwandtschaft), vortheilhaft der von Bergmann zuerst eingeführten Schemata bedient, wobei man durch die Stellung der Klammern, ob sie sich gegenseitig mit ihren Enden nähern, oder ob die Spitzen nach oben oder nach unten gerichtet sind,

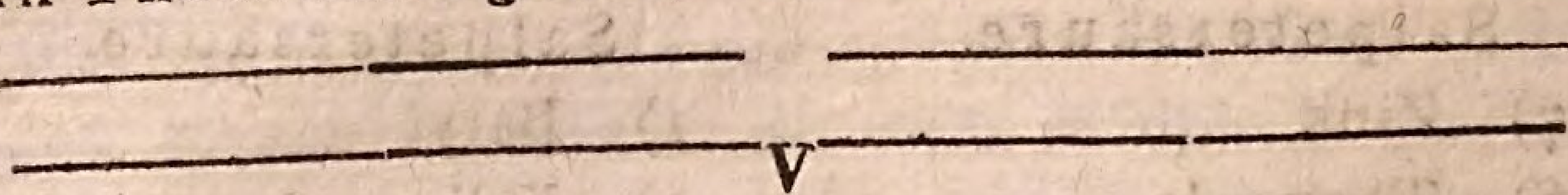
anzeigt, ob alles flüssig bleibt, oder ob ein Theil oder das Ganze, verflüchtigt oder niedergeschlagen wird. Z. B.

Es bleibt nach gegenseitiger Einwirkung alles flüssig



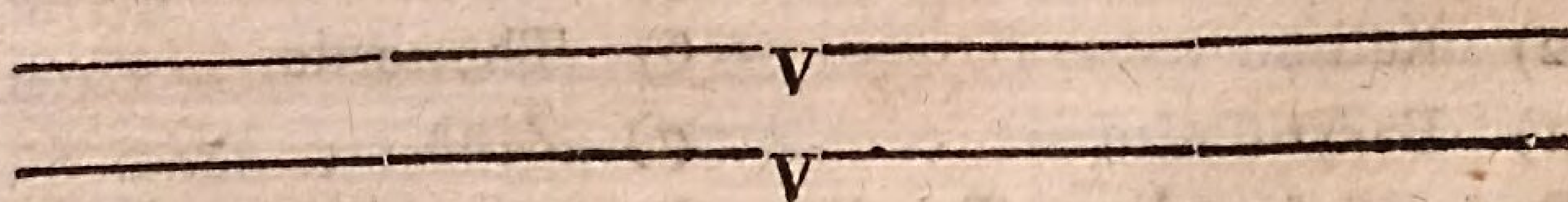
z. B. Essigsaurer Baryt und salpetersaures Ammoniak.

Ein Theil wird gefällt, das andere bleibt flüssig.



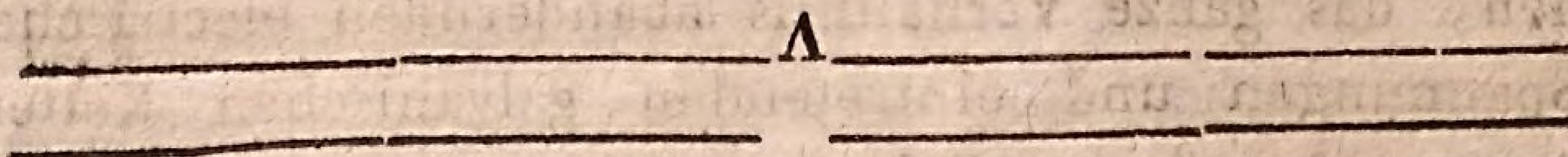
Salpetersaures Silber und salzsaures Natron.

Es wird alles niedergeschlagen, und das Lösungsmittel z.B. das Wasser bleibt rein zurück.



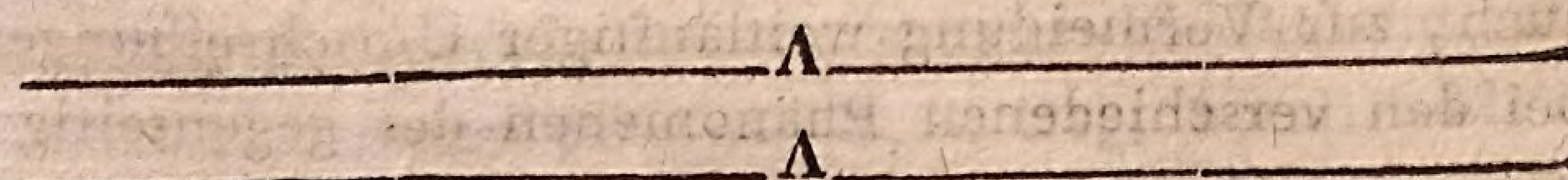
Schwefelsäure und Barytwasser.

Ein Theil wird verflüchtigt.



Kohlensaures Natron und Salzsäure.

Das Ganze wird verflüchtigt.



Reine Kohle und siedende Schwefelsäure.

§. 126.

In dem Verhältniſs des chemischen (oder electrisch-chemischen) Gegensatzes zweier gegen-

seitig wirksamer Stoffe, wächst auch das Streben zu ihrer Vereinigung; und umgekehrt je weniger heterogen die sich verbindenden Stoffe sind, um so weniger innig und dauerbar ist die Mischung. Vorzüglich gilt dieses von den Säuren (d. s. Stoffe, die mit Alkalien, Erden und Metalloxyden Salze bilden) und Basen (mit Säuren vereinigungsfähige Substanzen); jedoch findet es auch bei Stoffen die einer Körperreihe zugehören Statt; z. B. bei den Metallen. Wie vollständig aber auch eine chemische Mischung erfolgt seyn mag, so läſst sich dennoch aus ihrer Beschaffenheit auf den eigenthümlichen Werth der zu ihrem Entstehen nöthigen Stoffe schliessen; und die Zerlegung der Mischung führt jedesmal auf diese Stoffe.

1) Ueber die ältere Definition von Säuren, Alkalien und Salzen, über die Erweiterung des Begriffs der Alkalien; über den von Winterl eingeführten Ausdruck basische Stoffe oder Basen; über die von demselben Naturforscher vorgeschlagene Ausdehnung des Begriffs der Säuren und der Basen; über die Ableitung des Wortes Base (Basis Grundlage), etc. mündlich. Vergl. §. 124. N. 12.

2) Existirten sämmtliche Bestandtheile einer Mischung, vor der Vereinigung in flüssiger vorzüglich in Gasform; so sind sie in der Regel leichter wieder auseinander zu setzen, als wenn einer der Bestandtheile fest war; und diese Zerlegung erfolgt dann eben so leicht durch einzelne heterogene Stoffe, als

durch allgemeine Potenzen. Z. B. o E entsteht aus den (möglichst heterogenen) + und — E, ist aber durch blosse Reibung der Isolatoren, oder durch die gegenseitige Berührung heterogener fester Leiter schon zersetzbar. Das Wasser wird durch die Electricitäten, so wie durch eine Menge einzelner brennbarer Stoffe leicht zersetzt etc.

3) Je weniger chemische Qualitäten ein Körper zeigt, um so mannichfaltiger können die Mittel seyn, um ihn zu zersetzen. Das Wasser gewährt wiederum ein passendes Beispiel, während für die so bestimmt characterisirten Metalle noch kein genügendes Verfahren zu ihrer Zerlegung bekannt ist. Relativ qualitätslose Substanzen wie das Wasser z. B., sind zugleich diejenigen, welche am allgemeinsten verbreitet und in grosser Menge vorkommen. Auch bemerken wir an ihnen, daſs sie im Verhältniſs ihrer unbestimmten Beschaffenheit (Unentschiedenheit) zugleich leichter von Organismen assimilirt werden können.

4) Vergleichen wir die verschiedenen Mischungsarten, so finden wir, rücksichtlich der Innigkeit der Mischung ohngefähr folgende Abstuffung.

A)	+ und — E	zu o E.
B)	Oxygéne und Hydrogéne	— Wasser.
C)	Oxigéne und brennb. Basen	— Oxyden und Säuren.
D)	Hydrogéne u. brennb. Basen	— Hydrogenirten Stoffen.
E)	Hydrogéne u. mehrere in sich heterogene Stoffe.	— Zusammenges. brennbaren Bildungen.
F)	Säuren und Alkalien	— Salzen.
G)	Säuren und Erden	— Salzen.
H)	Säuren und Metalloxyde	— Salzen.
I)	Alkalien und Metalloxyde	— Salzen.
K)	Erden und Metalloxyde	— metallhaltigen Erden.

L) Mehrfache Verbindungen anorganischer ähnlicher Stoffe unter sich, oder mit aus dem Organischen abstammenden Stoffen.

M) Chemische Verbindungen organischer Stoffe unter sich.

N) Lösungen fester Stoffe in Wasser, derselben in Weingeist und in anderen Flüssigkeiten; der verschied. Mischungen. Verbindungen tropfbarer Flüssigkeiten unter sich. Verschluckungen (Absorbtionen) der Gase durch liquide Stoffe; Einsaugungen der Gase durch feste Stoffe z. B. durch Kohle.

Je weiter herab, je mehr findet man die Mischungsbestandtheile gleichsam nur in Spannung gehalten, statt daſs sie bei oE und Wasser vollkommen in sich ausgeglichen sind. Im Allgemeinen kann man sagen; daſs diese chemische Spannung bei zwei zu vergleichenden Mischungen um so mehr differire, je mehr die eine dieser Mischungen durch vollendete Auflösung, die andere durch an Adhäsion grenzende Lösung entstanden ist.

5) Beispiele dieser Mischungen haben wir bereits für A, B, C und D im vorhergehenden Cap. kennen gelernt. Für die übrigen dienen Erläuterungen durch anzustellende Versuche. — Häufig betrachtet man die organischen Massen als chemische Gemische, rücksichtlich ihres Bestehens den Salzen etc. ähnlich; im Falle, daſs man dieser Meinung (die wohl offenbar ein Fehlgriff ist) beizustimmen kein Bedenken tragen sollte, kann man von jenen Massen sagen, daſs sie im Verhältniſs ihrer Zusammengesetztheit zerlegbarer werden, und in Hinsicht der Anziehungsenergie ihrer Bestandtheile, etwa denen unter N angeführten Verbindungen ähneln.

6) Eine allgemeine Betrachtung der thätigen Natur, zeigt dem unbefangenen Blicke des Forschers deutlich, dafs die Natur stets auf Entwickelung des Mannichfaltigeren aus dem Einfacheren hinausgeht, und dafs Darstellung entgegengesetzter Qualitäten in dem relativ einfacherem Stoffe, auch in den chemischen Erscheinungen diesen allgemeinen Gang der schaffenden Natur bezeichne; dort wo wir daher chemische Einungen und Ausgleichungen bemerken oder veranstalten, versetzen wir die bei diesen Einungs- und Ausgleichungsprocessen thätigen Glieder, in einen mehr oder weniger gezwungenen Zustand, den (gewöhnlich schon während der Einung) allgemeine Krafteinflüsse, z. B. electrische Erregungen wieder aufzuheben streben. Hier mündlich über Winterls u. a. Meinungen, dafs das Licht, als individualisirendes Princip dazu diene, die Strebungen zur Einheit und Gleichheit in der Natur zu hemmen oder zu begrenzen. Vergl. dessen Darstellungen der vier Bestandtheile d. anorg. Nat. etc. S. 365—437.

B) Von der Lösung (Solutio).

§. 127.

XXXVII. Vers. Drei kleine zwei bis drei Unzen Wasser fassende Gläser, fülle man mit reinem (destillirtem) Wasser; in das erste schütte man Zinnspäne, in das zweite gepulverten Schwefel, in das dritte reinen Quarzsand; und untersuche das Wasser nach einiger Zeit; es wird vollkommen unverändert geblieben

seyn, und auch durch Erhitzung der Gefässe nichts von dem Metalle, Schwefel oder Kiesel in sich aufgenommen haben, woraus sich die Unlöslichkeit dieser Substanzen in Wasser ergiebt.

1) Sämmtliche Metalle, reine Kohle und Demant, Schwefel und Phosphor, und sämmtliche Erden sind für sich im Wasser unlösbar.

§. 128.

XXXVIII. Vers. In auf gleiche Weise wie im vorigen Vers. vorgerichtete Gläser schütte man, in das erste nach und nach tropfenweise ein Loth concentrirte Schwefelsäure (Vitriolöl), in das zweite ein Loth frisch gebrannten Kalk, in das dritte eben soviel Pottasche (unreines Kali), in ein viertes eben soviel krystallisirte schwefelsaure Talkerde (Bittersalz), und in ein fünftes eine gleiche Menge grünes schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol): die Schwefelsäure wird sich unter Erhitzung mit dem Wasser zur klaren, sauren Flüssigkeit (verdünnte Schwefelsäure) vermischen, der Kalk zum Theil im Wasser zur wasserhellen Flüssigkeit (Kalkwasser) lösen, und sich dabei stark erhitzen, die Pottasche sich dem gröfsten Theile nach lösen, und sowohl diese Lösung als auch die des Kalkes, wird alkalisch schmecken, von der verdünnten Schwefelsäure geröthetes Lakmuspapier wiederum blau, Rhabarbertinctur oder

damit gelb gefärbtes Papier braunroth und rothes Fernambuckpapier violett machen; die Bittersalzkrystalle werden allmählig zerfliessen und ihre vollendete Lösung wird einen eckelhaft salzig bitteren Geschmack besitzen, und die angeführten Pigmente unverändert lassen; die Eisenvitriollösung endlich wird eine grüne Farbe und metallisch ekelhaften zusammenziehenden Geschmack darbieten. Bei den lezteren beiden Lösungen wird man keine Erwärmung, sondern eher Kälte bemerken, und die drei lezteren werden schneller von Statten gehen, wenn man die Gefässe erhitzt.

1) Ueber den (beschränkten) Gebrauch verschiedener Pigmente zur Erforschung freier Säuren und Alkalien mündlich; über die durch Verdichtung und Stärke der Anziehung entstehende Erhitzung bei N. 1. und durch Umwandelung eines Theiles des Wassers in Krystalleis, so wie durch Verdichtung und Anziehung erfolgte Hitze bei N. 2., und über die durch Flüssigwerden des Krystalleises bei N. 4 u. 5. im obig. Vers. entstehende Kälte in der Folge.

2) Sämmtliche Lösungen sind durchsichtig, was gleiche Dichtigkeit, mithin Durchdringung (vergl. oben) voraussetzt. Lösung als solche geht gewöhnlich nur auf Aenderung des festen oder expansibel flüssigen Zustandes des zu Lösenden, durch das tropfbarflüssige Lösungsmittel hinaus, ohne von merklichen Ausgleichungen chemischer Gegensätze begleitet zu seyn. Die Tropfen bildende Kraft des Tropfbaren setzt sich in der Umgebung fort, das Umgebende in

sich hineinziehend; jedoch kommt es dabei nicht blofs auf die qualitativen, sondern auch auf die quantitativen Verhältnisse beider Berührenden an. Während sich z. B. ein Theil des Kalkes in dem überstehenden Wasser löste, wurde auch zugleich ein Theil des Wassers vom Kalke eingesogen und in feste Masse (Krystalleis jedes Kalkstäubchens) verwandelt. So saugen alle vom Krystalleise durch Erwärmung, oder durch warme überliegende Luft etc. zuvor befreite rigide Materien, z. B. gebrandter Gyps, zerfallenes Glaubersalz, Mehl etc. kleine Quantitäten berührenden Wassers begierig ein, dasselbe in eine mehr oder minder feste und trockne Masse verwandelnd; wobei der übrige Antheil des Wassers so wie das Ganze erwärmt wird. — Gewöhnlich ist das Volum der durch Lösung entstandenen Mischung (Solutum) kleiner, als die Summe der Volumina beider Theile vor der Lösung; seltner grösserer.

3) Säuren sind gewöhnlich in dem Masse leichtlörlich im Wasser, als sie reich an Sauerstoff sind; jedoch kommen Ausnahmen vor, z. B. die Salzsäure. Merkwürdiger Farbenwechsel bei der Vermischung rauchender Salpetersäure mit Waster. Die Löslichkeit der Alkalien im Wasser steht mit ihrer Starrheit im umgekehrten Verhältnisse, und scheint ausserdem mit der Fähigkeit in Metalloide verwandelt werden zu können, gleichen Schritt zu halten. Ueberhaupt ist in den meisten Fällen ein fester Stoff (oder ein Gemisch) um so schwerlöslicher im Wasser, je weniger Wasser er erfordert um zu krystallisiren, d. i. je schneller er krystallisirt. Z. B. schwefelsaurer Baryt. Auch mit der Leitungsfähigkeit für die Electricität, scheint diese Löslichkeit bei allen denjenigen Gemi-

schen im fast geraden Verhältnisse zu stehen, in welchen Wasser bereits einen Mischungstheil ausmacht. Z. B. schwefelsaures Kali ist schwerlöslich im Wasser, die Lösung leitet wenig mehr als Wasser; Salmiak ist leichtlöslich, die Lösung leitet vorzüglich. Metalle und Kohle machen eine Ausnahme. Die Metallsalze werden bei der Lösung in Wasser öfters unvollkommen zersetzt, indem vorzüglich bei denjenigen deren Metalloxyde sehr reich an Sauerstoff sind, eine Vertheilung der Bestandtheile erfolgt: z. B. salzsaures Zinn läſst bei der wässrigen Lösung Salzsäure haltiges weisses Zinnoxyd fallen, während sich Zinnoxyd mit überflüssiger Salzsäure verbunden löst. — Metalloxyde sind gewöhnlich unlöslich in Wasser; eine Ausnahme macht das Osmiumoxyd, welches sich in Wasserdämpfen gelöst verflüchtigen läſst. Metallsäuren sind schwerlöslich, jedoch je sauerstoffreicher um so weniger.

4) Stoffe oder Gemische die zur Luftform tendiren, sind gemeinhin schwerlöslicher als Stoffe oder Gemische ähnlicher Art, denen eine solche Neigung fremd ist. Z. B. phosphorichte Säure, schweflichte Säure, salpetrichte Säure. Das salzsaure Gas tendirt zum tropfbaren Zustande und ist leichtlöslich; oxygenirte Salzsäure tendirt zur Luftform und ist schwerlöslicher. Gase oder Luftarten überhaupt werden sämmtlich mehr oder weniger vom Wasser absorbirt, und zwar gewöhnlich (ausser den angegebenen Bedingungen) in dem Verhältniſs wie sie selbst kleinere Wassermengen zu lösen und elastisch flüssig zu machen vermögen. Sie verlieren bei der Lösung im Wasser etwas von ihrer Flüchtigkeit (daher der bildliche Ausdruck: sie werden figirt), können jedoch

in der Regel durch Erhitzung wiederum im Luftzustande geschieden werden. Z. B. kohlensaures Gas löst sich im kalten Wasser, wird aber daraus durch Erwärmung geschieden. Bläst man die auszuathmende Luft durch eine Glasröhre in kaltes Wasser, so werden die Luftblasen gröſstentheils verschwinden, in dem sie sich lösen; das zuvor reine Wasser wird jetzt Kohlensäure enthalten, und daher Lakmuspapier röthen etc.

5) Ausser dem Wasser lösen auch die aus dem Organischen abstammenden Flüssigkeiten, z. B. der Weingeist, verschiedene Stoffe, Gemische und Producte vegetabilischer und animalischer Organismen auf; z. B. die Lösungen des salzsauren Kalks, des salzsauren Strontians, der Weinsteinsäure, des Aetzkali, der ätherischen Oele (Riechwässer), der Harze (geistige Firnisse), des Kamphers etc. in Weingeist; die Lösungen des Wachses, der Harze etc. in ätherischen und fetten Oelen (Oelfirnisse) etc. Der Weingeist vermischt sich mit dem Wasser in allen Verhältnissen; Schleim, Gummi, Extractivstoff etc. werden von kaltem Wasser, Satzmehl von kochendem Wasser leicht gelöst. Kaltes Wasser mischt sich leicht mit flüssigem Eiweise, heisses macht es gerinnen, ohne es zu lösen. Auf die verschiedenen Lösungsverhältnisse der Pflanzen- und Thierstoffe zu Wasser, Weingeist, und einigen ähnlichen Flüssigkeiten, gründet sich gröſstentheils die jetzige Methode der chemischen Pflanzen- und Thieranalyse, und zum Theil auch die der Ackererde des Düngers etc. Weitere Erläuterungen hierüber mündlich.

6) Heisses Wasser, erwärmter Weingeist etc. löst gewöhnlich mehr von ein und demselben Stoffe, als

kaltes Wasser etc.; jedoch kommen auch Ausnahmen vor; z. B. Kochsalz ist in kaltem und warmen Wasser gleich löslich. Häufig lösen sich Stoffe, Gemische u. dgl. nur im heissen Wasser etc. (z. B. Satzmehl, z. Theil auch Boraxsäure) oder nur im kalten (flüssiges Eiweiſs). Oefters sind auch frisch ausgeschiedene Stoffe im Wasser löslich, während sie einmal ausgetrocknet, durchaus unlöslich erscheinen; z. B. frischgefällte Kieselerde. Wird von einem (organischen) Körper nur ein (oder einige) Stoff durch das Lösungsmittel aufgenommen, während die übrigen ungelöst zurück bleiben, so nennt man diese partielle Lösung: Extraction, und den gelösten Theil nach geschehener Wiedereindickung ein Extract. Auch bei der Auflösung macht man einen ähnlichen Unterschied; Kastners Chem. I. S. 43. 44. — Unterschied des Educts vom Producte. — Auslaugen, Auswaschen, Aussüssen, Auskochen etc. sind verschiedene Benennungen verschiedener Arten partieller Lösung. Ueber Selbstzerfliessen (Solutio per deliquium, deliquescentia) vergl. §. 90. dies. Grundr. Oefters kann die gesättigte Lösung eines Stoffes oder Gemisches, noch bedeutende Mengen von anderen Stoffen oder Gemischen aufnehmen; so z. B. lösen 8 Unzen Wasser, die mit $9\frac{1}{2}$ Unze grünem Eisenvitriol völlig gesättigt worden, noch $1\frac{1}{2}$ Unze Seidlitzersalz und 3 Unzen Zucker vollkommen.

7) Die meisten Lösungen sind dadurch zu zerlegen, daſs man entweder das Gelöste durch Gerinnung, Krystallisation etc. abscheidet, oder durch Erhitzung das Flüchtigere von dem Feuerbeständigeren trennet; z. B. die Saigerung, die Darstellung des reinen Wassers durch Destillation; das Dephlegmiren etc.

Gewisse Lösungen und zum Theil auch Auflösungen lassen sich auch dadurch zersetzen, daſs man ihnen eine Flüssigkeit beimischt, welche mit dem Lösungsmittel mischbarer ist, als mit dem gelösten Stoffe, und daher die Anziehungskräfte beider schwächt oder aufhebt. Z. B. Kampher in Weingeist gelöst, wird durch zugesetztes Wasser gefällt; ebenso Bernstein, Käse, Eiweiſs etc. in Vitriolöl aufgelöst, werden durch Wasserverdünnung ausgeschieden.

C) *Von der Auflösung (Dissolutio).*

§. 129.

XXXIX. Vers. In ein auf einer genauen Waage ins Gleichgewicht gebrachtes Cylinderglas, welches eine Unze verdünnte Salpetersäure enthält, schütte man nach und nach in kleinen Portionen so lange gepulverten cararischen Marmor oder feine Kreide (d. i. kohlensauren Kalk), bis noch ein Aufbrausen (Effervescentia) erfolgt. Der in dem Marmor enthaltene Kalk wird sich, indem er aufbrauset, d. i. eine Menge von Luftblasen (Kohlensäure) entbindet, mit der Salpetersäure vermöge näherer Verwandtschaft zu einer klaren farbenlosen, scharf salzig schmeckenden, keine Spuren von freier Säure zeigenden, neutralen Flüssigkeit verbinden. Hatte man vor dem Einschütten das Gewicht des verbrauchten Marmors bestimmt, so wird die Summe der Gewichte des entstandenen salpeter-

sauren Kalkes geringer seyn, als sie es vor der Verbindung der Salpetersäure mit dem Kalke war; ein Gewichtsverlust der dem Gewichte des entwichnen kohlensauren Gases entspricht.

1) Wenn die Lösung von wirklicher Ausgleichung heterogener chemischer Qualitäten begleitet ist, heiſst sie Auflösung. Nach Beseitigung aller das Flüssigwerden und die innige Berührung hindernden Umstände, (vergl. oben § 124. u. vorig. §.) erfolgt die Auflösung im Verhältniſs der gegenseitigen chemischen Anziehung. Für jedes Auflösungsmittel (Menstruum, Dissolvens) giebt es bei bestimmter Temperatur ein Maximum der Quantität des in ihm auflöslichen Stoffes, und diesen Zustand der Auflösung nennt man die Sättigung (vergl. oben). — Rücksichtlich der zerstörenden Wirkung verschiedener Auflösungsmittel auf organische Theile, nennt man solche Stoffe oder Gemische auch Aetzmittel, und spricht daher von der Aetzbarkeit der reinen Alkalien, verschiedener Säuren, mehrerer Metallsalze und verschied. Pflanzensäfte. (Ueber Winterls Meinung: daſs die Aetzbarkeit von einem besonders modificirten Sauerstoffe herrühre, mündlich.) Jedoch nennt man auch z. B. die Salpetersäure in Hinsicht ihrer auflösenden Wirkung auf Kupfer ätzend; die Fluſssäure rücksichtlich ihres ähnlichen Verhältnisses zur Kieselerde, und daher zum Glase, Porcellan etc. Aetzflüssigkeit. — Ueber das nur in der Idee existirende Menstruum universale oder Alkahest der Alchemisten mündlich.

2) Häufig sind die Auflösungen von Zerlegungen und Gasentbindungen begleitet; die im obigen Vers. entweichende Kohlensäure gewährt ein Beispiel.

Will man in solchen Fällen das sich entbindende Gas auffangen, so muſs dieses in Entbindungsflaschen oder Retorten etc. entwickelt und mit Hülfe des pneuvmatischen Apparats in umgestürzten Flaschen, Glocken etc. mit gehöriger Vorsicht aufgefangen werden, die mit einer Flüssigkeit erfüllt und (in der pneuvmatischen Wanne) von ihr unten umflossen (gesperrt) sind, welche das aufzufangende Gas nicht verändert; z. B. Quecksilber, kaltes Wasser, heisses Wasser, Oel. Schüttet man z. B. im obigen Vers. den kohlensauren Kalk (oder zu diesem Zwecke besser kohlensaure Talkerde) in eine nicht zu geräumige Entbindungsflasche, und gieſst nach und nach verdünnte Schwefelsäure darauf, so wird man bei gehöriger Vorsicht ziemlich reines kohlensaures Gas unter, mit heissem Wasser oder mit Quecksilber gefüllten und damit gesperrten Glocken oder Flaschen auffangen können.

3) Besonders merkwürdig sind in dieser Hinsicht die Auflösungen der Metalle auf nassem Wege (via humida, d. h. mittelst bereits liquiden Auflösungsmitteln, im Gegensatz der Auflösung auf trocknem Wege, via sicca, wo das Auflösungsmittel erst durch Erhitzung flüssig aber nicht nässend wird, z. B. die Auflösung des Eisens im geschmolzenen Schwefel) in dem dabei gewöhnlich Gase, entweder aus dem zum Vehikel dienenden Wasser, oder aus dem Auflösungsmittel selbst abstammend, entwickelt werden; nur die oxygenirte Salzsäure macht rücksichtlich der Gasentbindung eine Ausnahme. Es gilt dabei folgendes: 1) bestehen die Auflösungsmittel aus wasserfreien Flüssigkeiten, so werden sie gewöhnlich selbst zersetzt, vorzüglich wenn es concentrirte

Säuren sind, deren Basis dann mit weniger Sauerstoff als zuvor gewöhnlich in Gasform entweicht; z. B. die Auflösung der Metalle in Salpetersäure; in siedendem Vitriolöle; 2) enthalten hingegen die Auflösungsmittel Wasser, so wird dieses (häufig unter Bildung einer galv. Kette, vergl. §. 116 u. 117.) zu Gunsten des Metalls und seiner Auflösung zum Theil zersetzt, indem dieser Theil seinen Sauerstoffgehalt an das Metall abgiebt, während der Wasserstoff als Gas entweicht. Es können nämlich die Metalle nur in sofern von den Säuren und Alkalien aufgelöst werden, als sie zuvor mit Sauerstoff verbunden (oxydirt) d. i. in Metalloxyde verwandelt sind. Z B. granulirter Zink oder Eisenfeile in verdünnte Salzsäure aufgelöst entbindet Wasserstoffgas, (Zink in Arseniksäure aufgelöst, entbindet Arsenikwasserstoffgas,) dieselben Metalle oder Kupfer oder Quecksilber etc. in concentr. Schwefelsäure erhitzt, entbinden schweflichte Säure, während in beiden Fällen schwefelsaure Metallsalze entstehen. Enthält 3) das Auflösungsmittel keinen Sauerstoff, so wird dieser auch häufig aus der atmosphärischen Luft angezogen; z. B. die Auflösung des Kupfers in flüssigem Ammoniak. Auch gehören hieher mehrere Auflösungen auf trocknem Wege.

4) Auch unter sich gehen heterogene Metalle mehr oder minder vollkommene Auflösungen ein, wobei wenigstens eines der Metalle flüssig seyn mufs. Z. B. die Amalgame (Quikbreye) welche aus der Auflösung anderer Metalle in Merkur entstehen; z. B. das Goldamalgam, das Kienmeyersche Zinkamalgam vergl. S. 428, das Zinnamalgam (der gewöhnliche Spiegelbeleg) etc.; ferner das Spiegelmetall zu grossen Spiegeln (sog. Stahlspiegel) oder zu Hohl-

spiegeln, d. i. eine Zusammensetzung von Kupfer, Zinn und Arsenik; das weisse Kupfer (weisse Metall) aus Kupfer oder Messing und Arsenik, welches übersilbert Argent haché genannt wird; das Metall der Buchdruckerlettern (Zeug) aus Spiefsglas und Blei, das Schnelloth oder Zinnloth aus Wismuth und Zinn oder Blei; das Muschelsilber (unächtes Mahlersilber) aus Zinn, Wismuth und Merkur; das Messing (Mössing, Aurichalcum) aus Zink und Kupfer, und mehrere ähnliche gelbe Metallgemische (Prinzmetall, Pinschbeck, Tomback, Similor und Mannheimer Gold), deren Farbe um so höher und dem Golde ähnlicher ist, je mehr Zink sie enthalten; der Pakfong der Chinesen aus Nickel, Kupfer und Zink; das gewöhnliche bleihaltige Zinn der Geschirre; das weisse Blech aus Eisenblechen und Zinn; die weisse Metallcomposition aus Zinn, Stahl und Wismuth, das Glockenmetall aus Zinn, Kupfer und etwas Messing; das Kanonenmetall aus Glockenmetall und Kupfer; das sogen. ehemalige Mannheimer Gesundheitsgeschirr aus verzinktem Eisen; die rothe, weisse und gemischte Legirung oder Karatirung des Münzmetalls; die Composition der Probiernadeln; die Verplatinung; Vergoldung; das Versilbern etc.

5) Metalle, welche mit wässrigen Säuren behandelt Wasserstoffgas entbinden machen, geben, wenn sie Schwefel enthielten (z. B. Schwefeleisen) bei ihrer Auflösung in Säuren (oxygenirte Salzsäure und Salpetersäure ausgenommen) zur Bildung und Entwickelung des Schwefelwasserstoffgases Veranlassung. Das (künstliche) Schwefeleisen entbindet auch

schon bei blosser Befeuchtung mit Wasser, diese Gasart. (Hier etwas über die künstlichen sogen. Feuerspeienden Berge.) Erhitzt man Schwefel mit Wasserstoffgas so erhält man dieselbe Verbindung, und ausserdem wird sie sehr häufig, bei der Vereinigung des Schwefels mit Alkalien (Schwefellebern) auf trocknem und nassem Wege; bei der Lösung der Schwefelalkalien in Wasser, bei der Zersetzung dieser Lösungen durch verdünnte Säuren; in Gruben, wohin zum Theil die entzündlichen Schwaden gehören, bei der Fäulniſs thierischer Körper etc. erzeugt. Mehrere Mineralwässer enthalten sie gelöst, theils für sich, theils mit harzigen, metallischen und salzigen Theilen verbunden, und verrathen diesen Schwefelwasserstoffgehalt vorzüglich durch einen eigenthümlichen, den faulen Eiern ähnelnden übeln Geruch. Den gasförmigen Schwefelwasserstoff nennt man auch Schwefelleberluft, hepatisches Gas, und neuere Physiker Hydrothionsäure; weil sie dafür halten, daſs die sauern Eigenschaften dieser Gasart, nicht etwa beigemischter Schwefelsäure zuzuschreiben seyen, sondern ihr ursprünglich zukommen. Modificationen des Schwefelwasserstoffs sind: Westrumbs Stinkharz (das manchmal angenehm riecht vergl. Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Min. VI. 190) Lampadius sog. Schwefelalkohol; Berthollets liquider Schwefelwasserstoff etc. vergl. Kastners Mater. S. 76 ff. Die sogen. Schwefelmilch ist Bucholzs Erfahrungen gemäſs nur reiner feinzertheilter Schwefel. — Ueber Gimbernats und Schaubs problemat. Schwefelstickstoff vergl. Scherers J. d. Chem. X. 103.

6) Der Schwefelwasserstoff zersetzt die meisten Metallauflösungen in Säuren, indem er selbst vollkom-

men oder zum Theil zerlegt wird, und Schwefelmetalle niedergeschlagen werden, während der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe der aufgelöst gewesenen Metalle, sich zu Wasser vereint. Hieher gehört die Hahnemannische Weinprobe (Liquor probatorius Hahnemanni), aus mit Schwefelwasserstoff gesättigtem Wasser und freier Salz- oder Weinsteinsäure bestehend, welche Blei und Kupfer braun, Merkur schwarz, Spiefsglas orange, und Arsenik gelb aus sauren Auflös. fällt, während sie vermöge ihrer freien Säure Eisenoxyd aufgelöst läfst. Blosser Schwefelwasserstoff schlägt unvollkommenes Eisenoxyd schwarz nieder.

7) Schwefel, Phosphor und Kohlenstoff verbinden sich mit mehreren Metallen nnd Metalloiden, in sehr verschiedenen Graden der Anziehung. Mehrere dieser Verbindungen haben ein metallartiges, andere ein mehr erdiges Ansehen, und verschiedene derselben lassen sich durch blosse Temperatur-Erhöhung wieder zersetzen. Auch verbinden sich die genannten drei Stoffe unter sich, und die Mischung aus Schwefel und Phosphor, ist entzündlicher als jeder dieser Stoffe für sich. Gold, Platin, Zink, und zum Theil auch Kobalt verbinden sich nicht mit dem Schwefel, wohl aber mit dem Phosphor. Kohlenstoff und Eisen bilden den Stahl. (Mündlich über den Unterschied des Gufs- und Stabeisens.) Die Mischungen des Schwefels mit den übrigen Metallen, kommen häufig natürlich gebildet vor, wohin die Erze gehören, und lassen sich mehr oder minder leicht künstlich darstellen. Z. B. natürl. Zinnober, Schwefelkies, Kupferkies etc. Künstlicher Zinnober, Mussivgold (d. i. Schwefelzinn) etc. — Ueber Cementation.

8) Unter den Alkalien geht das Ammoniak nicht mit dem Schwefel, aber wohl mit dem Schwefelwasserstoff Verbindungen ein (flüchtige Schwefelleber oder BEGUINS rauchrnder Schwefelgeist); auch die Talkerde verbindet sich (unvollkommen) mit dem Schwefel, und stellt wie Kalk, Strontian und Baryt, eine sogen. gelblich weisse erdige Schwefelleber dar. Kali und Natron bilden mit dem Schwefel leicht lösliche (dabei mit Wasserstoff sich schwängernde) und leicht schmelzbare braungelbe Mischungen, welche, Zink ausgenommen, die meisten übrigen Metalle auflöst (metallhaltige Schwefellebern). Der Phosphor verbindet sich nicht mit dem Ammoniak, Kali und Natron, wohl aber mit den erdigen Alkalien und mit der Talkerde zu chokoladenfarbenen sogen. Phosphorlebern, welche auch das Wasser zersetzen, und dadurch (z. B. ins Wasser geworfen) Phosphor-Wasserstoffgas entbinden. Dasselbe Gas erhält man auch, wenn man fixe Aetzalkalien mit Wasser und Phosphor vorsichtig zum Kochen erhitzt. Es riecht nach faulenden Fischen oder Leichen, entzündet sich von selbst bei Berührung der (Sauerstoff-haltigen) Luft, verbrennt mit vielem ringelförmig in die Höhe steigenden Rauche, der den erwähnten Geruch verbreitet und gröfstentheils aus wässeriger unvollkommener Phosphorsäure besteht. Es löst sich unvollkommener in Wasser auf, als das Schwefelwasserstoffgas, zersetzt ebenfalls Metallauflösungen, und ist im Verhältnifs der Abnahme seines Phosphorgehaltes weniger selbstentzündlich.

9) Aus den Verbindungen des Kali oder Natron mit Kieselerde entsteht das Glas, welches um so weicher ist, je weniger Erde es enthält. Wird das

Glas in einer Umgebung von Sand und Gyps gelinde geglüht, so verflüchtigt sich etwas Alkali, die Masse erleidet eine unvollkommene (fasrige) Krystallisation, wird undurchsichtig und so hart, daſs sie am Stahle Funken giebt. Man nennt sie dann Reaumurisches Porzellan. (Ueber gekühltes und ungekühltes Glas; vergl. 376—378 dies. Grundr.) Ein Theil Kali und drei Theile Kieselerde ist dem äusseren Ansehen nach auch glasartig; zerflieſst aber an der Luft und löst sich leicht im Wasser auf; diese Lösung ist unter dem Namen Kieselfeuchtigkeit Liquor siliceum bekannt, und wird durch jede Säure zersetzt. Ueber Krystallglas und Crownglas mündlich.

10) Mehrere Metalloxyde sind durch blosse Temperatur-Erhöhung für sich verglasbar, und äussern dann ähnliche Anziehungskräfte gegen (Thon- und) Kieselerde als die leicht löslichen fixen Alkalien. Z. B. verglastes Spieſsgasoxyd; Bleiglas, Emaille etc. Die meisten Metalloxyde gehen mit wirklicher Glasmasse, oder auch mit sonst glasartigen erdigen Mischungen (z. B. Porzellanmasse, Töpferwaare etc.) innige Verbindungen ein; dahin gehören die Glasflüsse (Amausa) oder künstl. Edelsteine, das saphirblaue (Kobaltoxyd-haltige) Glas; die Glasuren erdener Geschirre, und die Porzellanmalerei. Ueber die Glasmalerei der Alten. — Dollonds Flintglas aus Kieselerde, Kali und Bleioxyd.

11) Die Metallauflösungen in Säuren, werden durch Alkalien zersetzt, und die Niederschläge bestehen gewöhnlich nur aus Metalloxyden, seltener aus diesen in Verbindung mit etwas Säure, und noch ungewöhnlicher aus neu erzeugten Verbindungen der Metalloxyde mit anderen im Auflösungs- und Nieder-

schlagungsmittel enthaltenen Stoffen. Merkwürdig unter den Lezteren sind das Knallgold und Knallsilber; das Silber und das Quecksilber geben durch Behandlung ihrer Auflösungen in Salpetersäure mit Alkohol (wasserfreiem Weingeist) ähnliche, unter andern wahrscheinlich Kleesäure haltige, fulminirende Mischungen. Die Bereitung und Aufbewahrung der Knallsilber erfordert viel Vorsicht, indem diese Präparate unter allen ähnlichen die heftigsten Wirkungen zeigen. Der Grund der Explosion fulminirender Verbindungen, liegt in ihren bei gewissen Temperatur-Erhöhungen eintretenden Zersetzungen, wobei plötzlich mehrere Gase in grosser Menge entwickelt werden, und daher die umliegenden atmosphärischen Luftschichten heftig auseinander treiben und dadurch in starke Schwingungen versetzen. Dasselbe findet statt beim Knallpulver (einem Gemenge aus drei Theilen trocknen Salpeter, zwei Theilen kohlensauren Kali und einem Theile Schwefel), beim Schiefspulver wenn es in grossen Massen frei liegend (wo die atmosphärischen Luftschichten, bei der ausserordentlichen Menge entwickelter Gase, selbst denjenigen Widerstand leisten, der beim Knallpulver durch die zähe Salzhaut, und bei kleineren eingeschlossenen Schiefspulvermengen durch die Seitenwände und den Propf des Schiefsgewehrs gegeben ist, und wie jener plötzlich überwunden wird), oder bei kleineren aber eingeschlossenen Mengen entzündet wird; beim Verpuffen (Detonatio) salpetersaurer oder hyperoxydirt salzsaurer Salze mit brennbaren Materien, wohin die mit heftiger Explosion begleiteten Verbrennungen des Phosphors oder Schwefels mit hyperoxydirt salzsaurem Kali, Natron

oder Kalk oder statt dessen mit salpetersaurem Silber, und die Einrichtnng der neuen Feuerzeuge mit Vitriolöl enthaltenden Fläschchen gehören etc.

12) Aus dem Organischen abstammende sog. Stoffe, z. Kleber, Satzmehl, Eiweiſs etc. gehen mit Erden, Metalloxyden und Alkalien gewöhnlich nur sehr unvollkommene Verbindungen ein; Ausnahmen machen die sauren und alkalischen Seifen (aus Säuren und Fett oder Alkalien und Fett, z. B. Oel oder Unschlitt bestehend, über die Wachsseife und ihre Anwendung zur encaustischen Malerei, über den Gebrauch der Seife zum Waschen etc.); die Verbindungen der Faser und der Pigmente mit Metalloxyden, Erden und Salzen (deren Benutzung in der Färberei und beim Zeugdrucken); diejenigen des Gerbestoffes und der Gallussäure mit Metalloxyden nnd einigen Erden (mit schwefelsaurem vollkommenen Eisenoxyde, Wasser und etwas Gummi zur schwarzen Tinte); des vegetab. Leimstoffes mit Kalk (das Hartwerden der Hülsenfrüchte in Kalksalze haltigem Wasser etc.) etc. Eben so verbindet sich auch die sog. Blausäure mit Alkalien und einigen Erden, welche Mischungen durch wechselseitige Zerlegung die meisten Metallauflösungen zersetzen. Hieher gehört die Entstehung des Berlinerblau, des preuss. Roth etc. vergl. S. 89.

13) Die gasförmigen Stoffe verdanken ihren Zustand nicht sowohl der Wärme (wie man dieses früher glaubte) sondern vorzüglich der Electricität (vergl. Cap. V u. VI.); bringt man frisch ausgeglühte und in Quecksilber abgelöschte reine Pflanzenkohle in verschiedene Gasarten, so werden diese von der Kohle absorbirt, ohne mit dem Kohlenstoffe auflö-

sende Verbindungen einzugehen, und lassen sich gewöhnlich daraus durch blosse starke Temperatur-Erhöhung scheiden. Beispiele gewähren die Absorbtionen der atmotphärischen Luft, des Sauerstoffgases, Stickgases und Wasserstoffgases durch Kohle. Glühende Kohle in Wasser abgelöscht wird auf Kosten eines Theiles zersetzt werdenden Wassers hydrogenirt. Wasserdämpfe über glühende Kohle geleitet, liefern Kohlensäure und etwas Kohle haltiges Wasserstoffgas; vergl. S. 504. Auch Dämpfe ätherischer Oele, riechende in Wasser oder Weingeist gelöste Stoffe etc. werden von frisch ausgeglühter Kohle absorbirt; Vergl. S. 499. Ueber den Nutzen der Kohle als Reinigungsmittel; über ihre Fäulniſs hemmende Eigenschaft; über ihre Brauchbarkeit als Mittel gegen den Salpeterfraſs der Mauren und Wände, mündlich. Auch die Oele und ähnliche Flüssigkeiten absorbiren häufig gasförmige Stoffe.

14) Mehrere sogen. vegetabilische und animalische Stoffe gehen unter sich zum Theil sehr merkwürdige Verbindungen ein; z. B. die Verbindung des Gerbestoffes mit thierischer Gallerte und gallerthaltiger Faser; (hier etwas über Lohgerberei und Gerberei überhaupt) des Eiweisses mit Oel etc. und öfters sind diese Verbindungen ohne Zerstörung dieser Stoffe selbst nicht wieder chemisch zu zersetzen.

D) *Von der Verbrennung (Combustio).*

§. 130.

XXXX. Vers. In eine zur Hälfte mit destillirtem Wasser gefüllte Schale, stelle man auf

einem nicht umschlagenden Brettchen eine kleine Weingeistlampe, zünde den Weingeist an, und stürze nun eine geräumige oben mit einem eingeriebenen Stöpsel luftdicht verschlossene Glasglocke darüber, so dafs ihr Rand vom Wasser umflossen ist (die Höhe des Wasserstandes bemerkt man durch einen auswendig angeklebten Papierstreifen); der brennende Weingeist wird bald mit schwächerer Flamme brennen und verlöschen, und das Wasser der Wanne nach und nach innerhalb der Glocke höher steigen, als es ausserhalb derselben steht. Nachdem die Glocke erkaltet, ziehe man den Stöpsel der Glocke heraus und tauche schnell einen brennenden dünnen Papierstreifen hinein; er wird sogleich verlöschen, und dadurch anzeigen, dafs die nach dem Verbrennen des Weingeistes übrig gebliebene Luft der Flasche, nicht mehr zur Einleitung und Unterhaltung des Verbrennens brennbarer Körper taugt. Untersucht man nach Beendigung des Versuchs die Glocke und das Wasser derselben, so findet man die oberen inneren Glockenwände mit kleinen Wassertropfen beschlagen, welche nicht sowohl aus dem fast ganz kalt gebliebenen Wasser der Schale abstammen können, sondern gröfstentheils durch die Verbrennung des Weingeistes erzeugt sind; und alles in der Glocke und Wanne befindliche Was-

ser röthet Lakmuspapier und trübt Kalkwasser, indem es daraus kohlensauren Kalk niederschlägt; enthält mithin ebenfalls durch das Verbrennen des Weingeistes erzeugte Kohlensäure. Die nach dem Verlöschen der Weingeistflamme in der Glocke gebliebene, zum Verbrennen untauglich gewordene Luft, ist auch zugleich irrespirabel, und wird daher Stickluft (verdorbene oder phlogistische Luft) oder Stickgas (Salpeterstoffgas, azotisches Gas, Gas azoticum) genannt.

1) Als Lavoisier auf ähnliche Weise in einem atmosph. Luft enthaltendem verschlossenen und unten durch Quecksilber gesperrten calibrirten Glascylinder, Phosphor (auf 9 Cub. Zoll. paris. eingeschlossener Luft etwa 1 Gran) mittelst eines Brennglases durch Sonnenlicht entzündete, so wurde durch die entstandene starke Hitze die Luft zuerst ausgedehnt, nachgehends aber sehr bald rücksichtlich ihres Volums vermindert, und das Quecksilber stieg in dem Cylinder über das Zeichen des früheren Standes soweit hinaus, daſs nach vollkommenem Erkalten die atmosphärische Luft um etwa $\frac{1}{5}$ ihres Volums vermindert war. Auf dem Quecksilber fand sich nach beendigter Verbrennung weisse zerflieſsliche Phosphorsäure, die vor dem Zerfliessen gewogen mehr betrug, als das absolute Gewicht des Phosphors vor dem Verbrennen gewesen war; so daſs etwa jeder Gran Phosphor $2\frac{1}{2}$ Gr. trockne Säure geliefert hatte, wozu 3 C. Zoll paris. d. i. ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Gr. Luft verbraucht worden waren.

2) Jeder zu entzündende Körper heischt eine gewisse Temperaturerhöhung; z. B. lockere Holzkohle 150° Reaum., Schwefel 120° R., Phosphor 40° R.: und in einer gegebenen Menge reiner atmosphärischer Luft, kann nur eine gewisse Menge des brennbaren Körpers verbrennen; beim Ausschlufs der atmosphär. Luft hört das Verbrennen ganz auf. Daher wird es verstärkt durch vermehrte Zuströmung der Luft; wie dieses die Einrichtung der Blasebälge, und anderer Arten der Gebläse, des Löthrohrs, der Windöfen, der Argandschen Lampe etc. beweisen. Das Gewicht des verbrannten Körpers (gleichgültig ob er in festem oder tropfbarem oder expansibel flüssigem Zustande existirt) findet sich jedesmal um soviel erhöht, als das der zum Verbrennen nöthigen Luft vermindert wurde; eine Erfahrung die zwar schon früher durch Ray, Hook, Mayow angedeutet, durch Lavoisier aber zuerst vollständig gemacht wurde, und diesen dazu führte sein sog. antiphlogistisches System der Chemie zu gründen, indem er das Verhältnifs des in der atmosph. Luft bei der Verbrennung eigentlich thätigen Bestandtheils derselbeu (des Sauerstoffs) gegen alle brennbare Materien festzusetzen sich bemühte. Vergl. S. 44. 45 u. 206. N. 3. Nach Stahls älterer durch Lavoisier als ungegründet beseitigten Ansicht der Verbrennung (vergl. a a. O.) besteht jedes Verbrennen in einer Entwickelung des (in verschiedenen quantitativen Verhältnissen und mit verschiedener Stärke gebundenen) in allen brennbaren Materien angeblich vorhandenen Plogistons (daher die Benennung phlogistische Körper), welches bei der Verbrennung vermöge näherer Anziehung zur Luft entweicht und mit der Luft sich verbindend,

diese in Stickgas (daher der Ausdruck phlogistische Luft) verwandelt. — Lavoisiers bestimmte Versuche stiessen diese Ansicht um, ohne jedoch eine vollkommen genügende Theorie der Verbrennung an die Stelle zu setzen; zu der wir bei der jetzigen Kenntniſs der Electricität, wie es scheint, zu gelangen im Begriffe stehen. Indem nämlich im Sauerstoffe allen brennbaren Stoffen eine allgemeine thätige Masse gegenüber gestellt wird, dringt sich die Frage nach einem ähnlichen allgemeinen Gegensatze brennbarer Materien auf; und da zur Zeit noch nicht erwiesen ist daſs alle brennbare Stoffe Wasserstoff (als den vollkommensten Gegensatz des Sauerstoffs) enthalten, und die neueren Galvanischen Versuche die Nothwendigkeit der Gegenwart des electr. Gegensatzes bei chemischen Actionen überhaupt nachzuweisen scheinen, so dürfte wohl im — E der eigentliche Sauerstoff im + E das eigentliche Phlogiston zu suchen seyn. Winterls Ansicht der chemischen Thätigkeit (S. 570 u. 571) kommt dieser, welcher den electr. Gegensatz zum Gegensatz der Verbrennung macht, entgegen; indem sie aber auch Acidität und Basicität von demselben Gegensatze ableitet, läſst sie den Verbrennungsproceſs zugleich bei allen Salzbildungen wiederkehren. — W. selbst bezeichnet indeſs, umgekehrt, den Gegensatz der Verbrennung und den der Electricität durch jenen Gegensatz des Salzes; Verbindungen mehr homogener Stoffe z. B. Säuren mit Säuren, Basen mit Basen (Doppelsäuren und Doppelbasen) nennt er Synsomazien, und einen ähnlichen Gegensatz wie den der Wassersäure und Wasserbase etc. (S. 571) will er auch an zwei angeblichen Grund-

stoffen, seiner Andronia und Thelike bemerkt haben (Kastners Material. S. 214.), von denen die erstere dem Kohlenstoffe Lavoisiers und der Kieselerde, die leztere der Talkerde oder vielmehr dem phosphorgesäuerten Kalke ähnelt. Indem W. das Wasser als durch die Electricitäten in Sauerstoff und Wasserstoff als modificirt annimmt, hält er zugleich dafür, dafs jedes säurungsfähige und jedes basirungsfähige Substrat (570—571 dies. Grundr.) eine (zum Theil von den besonderen Verhältnissen seines Bandes abhangende) verschiedene Stufen-fähige Capacität für — oder + E besitze; so dafs ein und dieselbe Säure abgestumpft, gesäuert und übersäuert, und eine und dieselbe Base in ähnlichen Verhältnissen der Basicität existiren könne. So ist ihm z. B. die Wassersäure der atmosphärischen Luft mässig gesäuert, die der Glühhitze ausgesetzt gewesene gewöhnliche reine Lebensluft, hingegen eine sehr gesäuerte oder öfters auch übersäuerte Wassersäure. Dabei glaubt er nun gefunden zu haben, dafs jede Stufe von Acidität auch eine entsprechende Stufe von Basicität heische, um zur wirklichen Ausgleichung und Mischung der Substrate zu gelangen; z. B. Mangan erfordere eine Wassersäure von höchst geringer Begeigeistung, die mithin dem Wasser selbst sehr nahe kommt; Eisen eine etwas mehr gesäuerte etc. Wismuth, die der atmosphärischen Luft, Gold möglichst gesäuerte. Daher könne es kommen, dafs z. B. ein Metall in reinster Lebensluft nicht vollkommen verbrenne, während dieses in der Lebensluft der atmosphärischen Luft vollkommen von Statten gienge etc. und umgekehrt könnten Metalle in der gröfsten Menge atmosph. Lebensluft unverbrandt bleiben.

3) Gewöhnlich nennt man nur die Sauerstoffsverbindungen Verbrennungen, welche mit Lichtentwickelung verbunden sind, hingegen solche welche scheinbar nicht von diesem Phänomen begleitet sind, schlechthin Oxydationen. Indeſs sind diese Bestimmungen sehr relativ; von Oxydationen bei denen wir kein Leuchten wahrnehmen, sind wir deshalb noch nicht berechtigt zu sagen, daſs sie kein Licht entwickeln, sondern nur daſs unser Auge zu lichtreich ist, um die geringen und langsamen Entwickelungen des Lichtes bemerken zu können. Lavoisier hält den Sauerstoff für die eigentliche Lichtquelle, andere mit mehr Recht sowohl den Sauerstoff als die brennbaren Stoffe. Uebrigens ist der gewöhnliche Verbrennungsproceſs nicht der einzige Proceſs wobei Licht entwickelt wird, sondern man bemerkt dergl. auch bei durch heftige Anziehung sich characterisirenden Mischungen; ferner an verschiedenen Thieren. — Die bekanntesten von ihnen sind, die leuchtenden Johanniswürmer (Lampyrides noctilucae), die Laternenträger (Fulgore) der Springkäfer (Elater noctilucus et phosphoreus), die Seefeder (Pennatula phosphorea), die kleinen leuchtenden Seewürmer (Nereides noctilucae), die Bohrmuscheln (Pholades), die Mollusken (vergl. Voigts Magaz. für d. ges. Naturk. Bd. IX.), u. m. a. Nach Cavallo (dessen Abhdl. über Natur u. Eigensch. d. Luft etc. S. 646. 669. 675) und Beskerhinn (in v. Crells Ann. 1789. Bd. I. S. 309—314) wandeln die Zündwürmer das Wasserstoffgas in Knallluft (d. i. ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas) um, sterben in salpeter- schweflichtem- und salzsaurem Gase binnen zehn Minuten, leben in freier Luft am

besten, jedoch auch 37 Tage hindurch im relativ luftleeren Raume des Recipienten der Luftpumpe, in welcher Zeit sie zwei mal leuchteten. Die Flufskrebse leuchten im Brachmonat während der Begattungszeit (vergl. Roziers Observ. phys. etc. T. XXVIII. S. 67), die Eidechseneier, wenn sie geschüttelt werden (vergl. Grindel im Naturforscher St. III. S. 218), einige Wurmarten, vorzüglich Fische (besonders der Weifsfisch, die Makrele, der Häring und der Dorsch) wenn sie in Fäulnifs übergehen. „Tanton (Phil. Transact. LIX. 446) und in neueren Zeiten Hulme (ebend. 1800. p. 161) fanden, dafs eine halbe Drachme jener Fischsubstanz in eine Flasche mit zwei Unzen Seewasser, oder mit einer Lösung von einer halben Drachme Kochsalz, oder mit zwei Drachmen Bittersalz (schwefelsaurer Talk) in reinem Wasser, begossen, an einen dunkeln Ort hingestellt, nach Verlauf von drei Tagen, auf der Oberfläche der Flüssigkeit einen leuchtenden Ring bildeten; geschüttelt, verbreitete sich das Leuchten durch die ganze Masse und hielt mehrere Tage an. Mässige Hitze vermehrte es, durch Siedhitze wurde es zerstört. Auch schwand das Leuchten bei einem Zusatze von concentrirten, wässrigen Lösungen des Kalks, der kohlensäure, der Hydrothionsäure, der übrigen Säuren und Alkalien, des salzsauren Ammoniaks, oder Salmiaks, des Kochsalzes, und des schwefelsauren Talks; so wie auch durch Vermischung mit gegohrnen und geistigen Flüssigkeiten, kam aber wieder zum Vorschein, wenn man die Flüssigkeit mit Wasser verdünnte." — Feuchtes faules Holz (dessen Leuchten schon Plinius kannte) die im gleichen Zustande sich befindenden Wurzeln der Vale-

riana off., des Solanum tuberos. (Kartoffeln), der Tormentilla reptans, die faulende Substanz des Tintenwurms (Sepia officin.), die Fischaugen und die phosphorescirenden Medusen sind sämmtlich nebst vielen anderen als leuchtende Substanzen bekannt; vergl. A. v. HUMBOLDTS Ansichten der Natur. Tübingen 1808. 12. S. 219 etc. Diesem zum Theil ähnlich ist auch das Leuchten des CANTONschen, MARGGRAFschen, BALDUINschen und HOMBERGischen Phosphors oder Leuchtsteins und des bononischen Steines, von denen der erstere, von CANTON 1764 entdeckt, Schwefelkalk, der zweite dieselbe Substanz oder Schwefelbaryt, der dritte salpetersaurer Kalk, der vierte salzgesäuerter geschmolzener Kalk, der leztere von VINCENZO CASCARIOLO aus Bologna 1639 entdeckt — geglüheter Bologneserspath oder Schwefelbaryt ist, von denen die schwefelhaltigen vielleicht sämmtlich etwas Wasserstoff enthalten. Sie leuchten im Dunkeln, wenn sie entweder zuvor dem Lichte anderer leuchtender Körper ausgesetzt, oder statt dessen (nach MARGGRAF) stark erhitzt wurden, und behalten diese Beschaffenheit lange Zeit hindurch in hermetisch verschlossenen Glasröhren, bei gänzlicher Entfernung der atmosphärischen Luft, den Beobachtungen eines KUNKEL, HAGEN, GEHLEN und TROMMSDORFF zufolge. Häufig sind indeſs diese sogen. Lichtmagnete oder Leuchtsteine (wohin noch verschiedene ähnliche Mischungen gehören) während des Leuchtens in gewöhnlicher Verbrennung begriffen, und vorzüglich findet dieses bei den sogen. Selbstzündern oder Pyrophoren statt. Vergl. RITTER a. a. O. Ueber das Leuchten

bei Erhitzung einer Mischung aus Schwefel und Kupfer (u. a. Metallen), über das Leuchten des Meerwassers etc. (vergl. v. Humboldt a. a. O.)

4) Schüttelt man Blei- oder Zinnamalgam in einer, reine atmosphärische Luft enthaltenden, wohl verstopften Flasche anhaltend, so wird das Amalgam nach und nach ohne merkbare Lichtentwickelung in schwarzgraues Oxyd verwandelt; öffnet man jetzt die Flasche unter destillirtem Wasser, so steigt dieses wie im obigen Vers. in die Flasche, und die rückständige Luft, ist sehr reines Stickgas. — Setzt man ein kleines athmendes Thier (z. B. einen kleinen Vogel) unter eine atmosphär. Luft enthaltende mit Quecksilber gesperrte Glocke, so wird es in kurzer Zeit ersticken, und die rückständige Luft wird sich als ein Gemenge von Stickgas und kohlensaurem Gase verhalten. Ein ähnliches Gasgemenge wird man auch erhalten, wenn man Pflanzensaamen (mit Hülfe einer gehörigen Menge von Feuchtigkeit) in einer ähnlichen Vorrichtung keimen läſst; oder wenn man junge grüne (lebende) Pflanzen, während der Nachtzeit (im Dunkelen) in dieser Vorrichtung vegetiren läſst, oder auch wenn man Humus (statt dessen auch Ackererde) darin einige Zeit der atmosph. Luftberührung aussetzt. Ueber die Zerlegung der atmosph. Luft durch Kalk, Baryt und Thonerde mündlich.

5) Da die Atmosphäre auf so vielfache Weise täglich in ihrem Oxygengehalte Verminderungen erleidet, so glaubte man, daſs wenigstens an Orten wo augenscheinlich mehr Sauerstoff als an anderen consumirt wird, z. B. in den Wohnzimmern wo viele Menschen athmen, Kerzen brennen etc., auch das gewöhnliche Verhältniſs von 0,79 Stickgas und 0,20

Sauerstoffgas (nebst etwas Kohlensäure und Wasser) nachtheilige Aenderungen erleide; allein die neuesten Untersuchungen v. Humboldts und Gay-Lussacs (Gehlens N. A. Journ. d. Chem. V. 55. ff.) haben gezeigt, daſs dieses Verhältniſs der wesentlichen Bestandtheile der Atmosphäre dasselbe bleibe, gleichgültig ob die Luft aus fernen Höhen oder in Thälern, oder aus Wohnstuben wo mehrere Menschen athmen und viele Kerzen brennen genommen sey. Das was eine solche Luft verdirbt, sind mithin die (stetem Wechsel unterworfenen) verschiedenen Ausdünstungsmassen, Kohlensäure etc., überhaupt die unwesentlichen Mischungs- und Mengungstheile der Atmosphäre; was hingegen die zu athmende Luft stärkend und erfrischend macht, ist vorzüglich das gehörige Maas der Luftelectricität.

6) Sehr häufig hat man sich bemüht den Gehalt an Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu messen, und mehrere Mittel und Einrichtungen (Eudiometer) sind in dieser Rücksicht versucht worden. Eines der ältesten Geräthe dieser Art ist das Salpetergas-Eudiometer des Priestley, Fontana, v. Saussure u. m. a.; von späterer Erfindung sind Rebouls und Seguins, Berthollets u. Grens, und v. Humboldts Phosphor-Eudiometer; Scheele's, Hope's, Berthollets, Guytons und v. Humboldts Schwefelalkali- und Schwefeleisen-Eudiometer; das salzsaures Zinn zur oxydirbaren Substanz habende E. des Pelletier und Volta's Wasserstoffgas-Eudiometer, welches nach v. Humboldt und Gay-Lussac (a. a. O.) aufs neue wieder als das vorzüglichste empfohlen worden ist. Ueber die Schwierigkeiten richtiger Angaben des Sauerstoffgehaltes durch die Eudiometer und über die Ein-

richtung und den Gebrauch der Eudiometer mündl. — Oerstedt Krit. d. Eudiometrie in Gehlens J. V. 365.

7) Lavoisier ersann eine Geräthschaft, bei welcher alles, was sich auf die Ausdünstung des Menschen bezieht, ausserhalb, und was das Athemholen betrifft, innerhalb beobachtet werden kann. Er stellte hierüber in Seguins Gesellschaft sehr mühsame Versuche an, aus denen sich ergab, daſs der gesunde Mensch innerhalb 24 Stunden 33 Unzen Sauerstoffgas verbraucht, und daſs sich in demselben Zeitraume aus seinen Lungen 8 Cubicfuſs kohlensaures Gas entwickeln wovon ohngefähr $\frac{1}{3}$ Kohlenstoff und $\frac{2}{3}$ Sauerstoff sind; und daſs sich in gleicher Zeit in den Lungen 1 Pfund 7 Unzen Wasser (durch Verbrennen von Wasserstoff und Sauerstoffgas) erzeugen, wovon ohngefähr 3 Unzen Wasserstoff und 20 Unzen Sauerstoff sind. Neueren Beob. gemäſs scheint ausser dem Sauerstoffe der Atmosphäre auch etwas Stickgas in den Lungen zurückgehalten zu werden, so daſs nicht alles eingeathmente Stickgas wieder ausgestossen wird.

§. 131.

XXXXI. Vers. Unter eine mit reinem Sauerstoffgas gefüllte und mit Quecksilber (oder Wasser) gesperrte Glocke, bringe man vorsichtig ein in einem Schälchen liegendes Stückchen trocknen Phosphor, von der Grösse einer ganzen oder halben Erbse, und zünde dann mittelst eines an dem abstehenden Ende stark erhitzten Drathes (den man nach dem Berühren des Phosphors schnell herauszieht und die Glocke augenblick-

lich wieder luftdicht verschliefst), oder zweckmässiger durch Sonnenlicht mit Hülfe eines Brennglases, den Phosphor an: er wird mit einem dem Auge unerträglichen Glanze, unter Bildung eines weissen schimmernden Rauches der endlich die Flamme umhüllt, verbrennen, und dadurch das Gasvolum stark vermindern. In demselben Verhältnifs wie das Gas vermindert wird, steigt das Quecksilber innerhalb der Glocke in die Höhe, und war das Gas vollkommen rein, und lag auf dem Quecksilber die gehörige Menge des durchs Brennglas entzündeten Phosphors, so füllt sich die ganze Glocke mit Quecksilber, worauf eine weisse, zerfliefsliche sehr saure Substanz, die durch das Verbrennen erzeugte vollkommene Phosphorsäure schwimmt, deren absolutes Gewicht um soviel mehr als das des Phosphors beträgt, als das verschwundene Sauerstoffgas gewogen hatte.

1) In atmosph. Luft verbrennt der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur sehr langsam, unter schwachem Schimmer (vorerst zur unvollkommenen Phosphorsäure, die durch mehr angezogenen Sauerstoff nach und nach vollkommen wird): er leuchtet darin; in Lebensluft leuchtet (verbrennt) er bei gewöhnlicher Temperatur nicht, hingegen sogleich, wenn etwas Stickgas beigemischt wird, wodurch sich Phosphorstickgas (von einem eigenen unangenehmen Geruche) erzeugt, in welcher Verbindung der Phosphor nur in der Lebensluft leuchtet. — Ver

brennt man Schwefel in atmosphärischer Luft, so erzeugt sich schweflichte Säure, die sich durch den bekannten Geruch des brennenden Schwefels zu erkennen giebt, und eine gasförmige, im Wasser lösliche, Sauerstoff begierig anziehende Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoffe darstellt. (Ueber das Bleichen der Wolle, über die Zerstörung mehrerer Pigmente durch Schwefelung mündlich.) Verbrennt man hingegen den Schwefel (z. B. Schwefelfaden) in Lebensluft, so brennt er mit höchst lebhafter blauer Flamme, ohne Verbreitung des bekannten Geruchs, zur vollkommenen sehr sauren, geruchlosen, Schwefelsäure oder Vitriolsäure. (Ueber die Bereitung dieser Säure im Grossen.) Glühende Kohle verbrennt in der Lebensluft mit Flamme und Funkenwerfen zu Kohlensäure (eine unvollkommene Kohlensäure ist nicht bekannt, denn das sog. gasförmige Kohlenoxyd gehört nicht hieher, indem es ein Wasser und Sauerstoff enthaltendes Kohlenwasserstoffgas ist.) Glimmender Feuerschwamm, glimmende Holzspähne etc. entflammen in Lebensluft; mit sehr glänzender Flamme brennen darin angezündeter Kampher, Weingeist, ätherischen Oele, und Aether. Bringt man in eine mit sehr reiner Lebensluft gefüllte, oben mit einem zu öffnenden Stöpsel versehene Glocke, die in eine Schaale mit Wasser gestellt ist, einen platt gehämmerten spiralförmig gewundenen Eisendrath (oder eine frei zugespitzte Uhrfeder) der mit dem stumpfen Ende in den Korkstöpsel befestigt ist, nachdem man zuvor das spitze Ende mit etwas glimmendem Feuerschwamm oder Korkholz versehen hat; so wird das Eisen weifsglühend mit einer längst dem Drathe

hinauf laufenden Flamme, von ausserordentlichem Glanze, unter Herumsprühen von Funken und feurigen Kugeln, zu Eisenoxyd verbrennen, welches geschmolzen in glühenden Tropfen (die kurze Zeit unter dem Wasser glühend bleiben) gleich einem feurigen Regen zu Boden fällt. Das absolute Gewicht dieses Eisenoxyds ist grösser, als das des Eisens vor dem Versuche war. (Ueber die Einrichtung und Wirkung des Sauerstoffgebläses.) Ein ähnliches Verbrennen und Schmelzen erleidet das Eisen täglich, bei jedem Feuerschlagen mittelst Stahl und Stein.

2) Sperrt man einen Vogel oder ein anderes kleines Thier in eine Glocke mit dieser Luft, so athmet dieser darin freier und munterer, und lebt vier bis fünf mal länger, ehe er in dem durch das eigene Athmen erzeugten kohlensauren Gase erstickt, als wenn die Glocke mit atmosphärischer Luft gefüllt gewesen wäre. Die Verbrennung des Kohlenstoffs aus dem venösen Blute, mit dem gröſsten Theil des eingeathmeten Sauerstoffs, so wie die wahrscheinlich Statt findende schwache Oxydation des Blutes der Arterien (wovon dessen höhere Röthe abzustammen scheint) ist, wie jede Verbrennung, von Wärme begleitet; daher zum Theil die (beim Athmen in Lebensluft zunehmende) thierische Wärme. In reiner Lebensluft würden wir sehr schnell leben und eine innere Temperaturerhöhung erleiden, welche die organische Beschaffenheit und die Zustände der einzelnen flüssigen und festen Theile, sehr bald zerstörte.

3) Ohnerachtet alle Metalloxyde (Halbsäuren, Metallkalke) Sauerstoff enthalten (S. 493), so läſst sich dieser doch nur aus wenigen durch Glühhitze als Lebensluft abscheiden. Hieher gehören die Oxyde der

edlen Metalle (Gold, Platin, Silber und Palladium), die des Merkurs, und zum Theil auch des Nickels und Bleies. Die edlen Metalle sind zugleich diejenigen, bei denen wenige Abstuffungen der Oxydation vorkommen; während man bei den meisten übrigen Metallen wenigstens drei, häufig auch mehrere Oxydationsstufen kennt. Die vollkommenen Oxyde der unedlen Metalle, lassen durch Glühhitze gewöhnlich nur einen Theil ihres Sauerstoffes fahren (z. B. das scwarze Manganoxyd, welches man gewöhnlich zur Darstellung des Sauerstoffgases anwendet, bleibt als mittleres braunes Oxyd zurück; 24 Unzen des schwarzen Oxyds geben in beschlagenen steinernen, am besten aus Wedgwood verfertigten Retorten mit anzuschraubendem Rohr behandelt an 1000 Cub. Zoll Gas), und bleiben als mittlere oder unvollkommene Oxyde zurück. Mischt man hingegen jenen vollkommenen Oxyden eine Säure zu, welche sie als unvollkommenes Oxyd aufzulösen strebt, ohne den abzuscheidenden Sauerstoff selbst in sich aufzunehmen, und ohne durch die hohe Temperatur zerstört oder verflüchtigt zu werden; so ist die Entbindung des Sauerstoffgases schon bei weit niederer Temperatur möglich, indem die Anziehung der Säure zum auszuscheidenden unvollkommenen Oxyde, der Kraft der Glühhitze zu Hülfe kommt. So kann man z. B. aus einer Mischung von Vitriolöl und schwarzem Manganoxyde, schon über Lampenfeuer eine grosse Menge Lebensluft entbinden. Wählt man hingegen zu diesem Versuche die Salzsäure, so bildet sich zwar auch unvollkommenes Manganoxyd, welches mit einem Theile der Säure zu salzsausem Mangan zusammen tritt, hingegen vereint sich der ausgeschie-

dene Sauerstoffgehalt mit dem übrigen Theile der Salzsäure, zur oxygenirten (oder dephlogistisirten) Salzsäure, eine Verbindung die sich vorzüglich durch die fast freie Wirkung ihres Oxygens auf brennbare Körper und Stoffe, vor der gemeinen Salzsäure und anderen Säuren auszeichnet. Sie existirt in einem Mittelzustande zwischen Gas und Dampf, besitzt eine gelbe Farbe, löst Gold auf, und bleicht die meisten Pigmente, daher ihre Anwendung zur Schnellbleiche, verschiedene Metalle z. B. gepulvertes Spiefsglas, Messingblech, Kupfer- Zinn- und Messingdrath (Gold-, Silber-, Blei- und Eisendrath aber nicht); verschiedene schwefelhaltige Metalle, z. B. Schwefelspiefsglas, Zinnober; und Phosphor entzünden sich darin, auf Kosten des Sauerstoffs verbrennend und gemeine Salzsäure zurücklassend, die sich mit den Metalloxyden mischt oder als Dunst die Phosphorsäure umgiebt. Geathmet erregt sie Bluthusten und ist, wie das gemeine salzsaure Gas irrespirabel, und im Wasser löslich. Da sie das Quecksilber angreift und vom heissen Wasser wenig aufgenommen wird, so fängt man sie unter Flaschen die mit heissem Wasser gefüllt sind auf. Setzt man diese Sâure mit flüssigen Aetzalkalien in Berührung, so entsteht in ihr eine Vertheilung; es scheidet sich nämlich ein Theil gemeine Salzsäure aus, mit einem Antheil Alkali zu gemeinem salzsauren Alkali (welches Silberauflösungen zersetzt; salzsaures Silber daraus niederschlagend) sich verbindend, während sich das übrige Alkali mit der entstandenen hyperoxygenirten Salzsäure, zu krystallisirbaren, durch Reibung leuchtenden, mit brennbaren Stoffen, vorzüglich mit Phosphor, durch blossen Druck heftig

detonirenden Salzen sich verbindend, die zum Theil noch bleichende Kräfte gegen gefärbte Zeuge, grüne Pflanzentheile etc. ausüben (Javellische Lauge), und die aus der Silberauflösung kein Hornsilber fällen. Rücksichtlich der freien Wirkung des Sauerstoffs, kommt die Salpetersäure (Stickstoffsäure) der oxygenirten Salzsäure am nächsten; so wie beide Säuren die zersetzbarsten sind. Daher entbindet die Salpetersäure bei den Metallauflösungen in ihr, beim Contacte der meisten organischen Stoffe (wodurch theils Harze — aus einigen ätherischen Oelen z. B. aus Bernsteinöl — theils Pflanzensäuren, z. B. Aepfel, Schleim oder Milchzucker-, Weinstein-, Kork- und Kleesäure etc. gebildet werden), sehr häufig Salpetergas (nitröse Luft, Salpeterluft) welches sich von der Salpetersäure durch den geringeren Sauerstoffgehalt unterscheidet, und gleich dem Stickgase, dem kohlensauren, salzsaurem, und flussaurem Gase (welches durch Schwefelsäure aus dem Flusspathe d. i. flussaurem Kalke entbunden, die Kieselerde der Gefässe auflöst und sich damit verflüchtigt, vergl. S. 624) nicht entzündet werden kann, wiewohl es den Sauerstoff der Lebensluft und der atmosphärischen Luft begierig anzieht, und sich damit zum erstickenden, orangem Dunste verbindet, der mit Wasser nach und nach vereint, unvollkommene Salpetersäure darstellt. Ausser dieser Säure und dem Salpetergase kennt man noch eine (theils durch Auflösung einiger Metalle in sehr verdünnter Salpetersäure, theils durch gelinde Erhitzung des salpetersauren Ammoniaks, oder auch durch Erwärmung des Salpetergases über Schwefelkalk darzustellende) Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff

deren Sauerstoffgas geringer als der des Salpetergases ist, und die hierin der atmosphärischen Luft am nächsten kommt, sich jedoch von dieser vorzüglich dadurch unterscheidet, daſs sie irrespirabel ist (mit atmosph. Luft gemischt geathmet, wirkt sie auf einige Individuen berauschend, auf andere hingegen öfters sehr nachtheilig), und daſs brennende Körper in ihr kurze Zeit hindurch mit grösserer Lebhaftigkeit und mit vermehrtem Glanze brennen. Man nennt sie oxydirtes Stickgas (Priestley nannte sie dephlogistisirte Salpeterluft). — Ueber Westrumbs oxygenirte Schwefelsäure, und über das sogen. eisartige Vitriolöl mündlich.

4) Ueber die Bereitung des Sauerstoffgases aus dem Salpeter und aus den hyperoxydirten salzsauren Alkalien; aus der Salpetersäure und oxygenirten Salzsäure (in den lezteren Fällen durch Einwirkung des Lichtes); aus mit Wasser umgebenen grünen Pflanzentheilen und Priestley'scher grüner Materie etc. durch Licht; und aus Hyperoxyden der Metalle (vergl. 494. 562.) mündlich. Ueber die Zerlegung des Wassers in Sauer- und Wasserstoff durch die anziehenden Wirkungen der Electricitäten, vergl. 556. Diese Zerlegung erfolgt sehr wahrscheinlich nicht sowohl durch electrische Mittheilung (450.) sondern durch Vertheilung (448.); ist dieses aber der Fall, und ist die Zersetzung des Wassers eigentlich eine elecsrische Qualitätsentwickelung, zu der das Wasser als ein dem o E rücksichtlich der Indifferenz ähnlicher Stoff gelangt, so wird man genöthigt Sauerstoff gleich Wasser mit dem Werthe von — E, und Wasserstoff gleich Wasser mit dem Werthe von + E zu setzen; vergl. S. 599, 614, 638 etc.

5) Das Phosphorwasserstoffgas (vergl. S. 630) wird durch oxygenirte Salzsäure zersetzt; in Lebensluft erfolgt diese Zersetzung mit lebhafter Flamme und Explosion (S. 632) und es bildet sich Wasser und Phosphorsäure. Schüttet man (nach Driesen) in ein Gemisch von oxygenirt salzsaurem und Wasserstoffgase Spieſsglaspulver oder etwas in Aether aufgelösten Phosphor, so entzünden sich diese Substanzen und bewirken dadurch zugleich eine Entzündung und Verbrennung des Wasserstoffes (zu Wasser) die mit heftiger Explosion begleitet ist. Vermischt man gleiche Theile Lebensluft und brennbare Luft (Wasserstoffgas), oder zwei Theile atmosphärische Luft und einen Theil der lezteren, so erhält man ein Gasgemisch, welches angezündet mit heftiger Explosion und unter starkem Lichtscheine des erzeugten glühenden Wasserdunstes verbrennt, und deshalb Knallluft (556) genannt wird. Biots Beobachtungen gemäſs lassen sich beide Gase schon durch heftige Compression zu Wasser vereinigen, wobei die Temperatur sehr erhöhet wird. Füllung von Seifenblasen mit Knallluft; nöthige Vorsicht beim Abbrennen; Vorrichtung um genau die Menge der verbrauchten Gase und das Quantum des erzeugten reinen Wassers zu bestimmen, oder von der Einrichtung und dem Gebrauche der Gasometer. — Bringt man mit Sauerstoffgas geschwängerte Kohlen (634) in Wasserstoffgas, oder mit Wasserstoffgas geschwängerte Kohlen in Sauerstoffgas, so wird das Gas vermindert und die Kohle wässerig. Die lezteren zersetzen auch die atmosphärische Luft und das Salpetergas, und lassen Stickgas zurück. — Kohlen- und Schwefel-Wasserstoffgas und Ammoniakgas kön-

nen ebenfalls mit Hülfe des Sauerstoffes verbrannt werden.

6) Das Sauerstoffgas wurde den 1. August 1774 von Priestley wieder entdeckt, nachdem es früher von Mayow (gegen das Ende des 17 Jahrhunderts) unter der Benennung luftartiger Salpetergeist bemerkt worden war. Priestley nannte es deplogistisirte Luft. Scheele Feuerluft; Bergmann reine Luft, Ingenhouss Lebensluft; Brugnatelli Wärme erzeugendes Gas (Gas termogéno) oder Wärme und Säure erzeugendes Gas (G. tesmossigéno); Arzt Wärmegas; Wiegleb Lichtstoffluft; Hermbstädt u. a. Säure zeugendes Gas. — Dieses Gas und die atmosph. Luft sind die einzigen respirabeln Gase. — Nicht alle brennbaren oder oxydirbaren Stoffe werden durch die Verbindung mit Sauerstoff in Säuren verwandelt; wir kennen deren bis jetzt folgende:

a) Säuren mit einer bis jetzt unzerlegten anorganischen Grundlage

	enthält
1) Schwefelsäure (Acide Sulfurique, A. sulphuricum.)	57,5 proc. Oxyg.
2) Schweflichte Säure (A. Sulfureux, A. sulphurosum.)	40,0 — —
3) Salpetersäure (A. nitrique, A. nitricum.)	75,0 — —
4) Salpetrichte Säure (A. nitreux, A. nitrosum.)	60,0 — —
5) Phosphorsäure (A. phosphorique, A. phosphoricum.)	53,5 — —
6) Phosphorichte Säure (A. phosphoreux, A. phosphorosum.)	42,0 — —

	enthält
7) Kohlensäure (Demantsäure, A. carbonique, A. carbonicum.)	72,5 proc. Oxyg.
8) Arseniksäure (A. arsenique, A arsenicicum.)	35,0 — —
9) Arsenichtigte Säure (Weisser Arsenik. A. arsenieux, A. arsenicosum.)	21,5 — —
10) Chromsäure (A. chromique, A. chromicum.)	36,7 — —
11) Scheelsäure (A. tunstique, A. scheelicum.)	20,0 — —
12) Molybdänsäure (A. molybdique, A. molybdicum.)	33,0 — —
13) Molybdänigte Säure (A. molybdeux, A. molybdosum.)	
14) Columbiumsäure (A. columbique, A. columbicum.)	
15) Oxygenirte Salzsäure (A. muriatique oxigéné, A. muriaticum oxygenatum.)	16,0 — —
16) Hyperoxygenirte Salzsäure (A. muriat. suroxigèné, A. muriatic. hyper-oxigenatum.)	65,0 — —

Streng genommen müssen auch die Oxyde mehrerer Metalle diesen Säuren beigezählt und als unvollkommene Säuren aufgeführt werden, z. B. das Silber-, Blei-, Titan-, Mangan-, Spieſsglas-, Eisenoxyd etc. Alle hieher gehörenden Säuren sind durch brennbrae Stoffe desoxydirbar und dadurch zerlegungsfähig.

b) Säuren mit zammengesetzter (mehr zum Theil noch organischen Werth besitzender) Grundlage.

Diese Säuren sind unter günstigen Umständen fähig, Schimmel und Infusorien aus sich zu erzeugen; sie lassen sich durch einfache Anziehung brennbarer Stoffe zu ihrem Sauerstoffe nicht zerlegen, wohl aber werden sie (wie andere aus dem Organischen abstammende Substanzen) durch hohe Temperatur zerstört und bei derselben durch Oxygen verbrannt. Der Sauerstoffgehalt ist zur Zeit noch von keiner dieser Säuren bestimmt bekannt.

α) Bei der Zerstörung in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff (seltener und in geringerer Menge in Stickstoff) haltige Producte zerfallend; zum Theil in einer gewissen Ordnung in einander und durch vollkommene Verbrennung gröſstheils in wässerige Kohlensäure übergehend.

17) Essigsäure (A. acetique, A. aceticum.)
18) Aepfelsäure (A. malique, A. malicum.)
19) Citronensäure (A. citrique, A, citricum.)
20) Weinsteinsäure (A. tartarique, A. tartaricum.)
21) Zuckersäure (Sauerkleesäure, A. oxalique, A. oxalicum.)
22) Brenzliche Weinsteinsäure (A. pyro tartareux, A. pyro tartaricum.)
23) Fettsäure (A. sebacique, A. sebacicum.)
24) Gallussäure (A. gallique, A. gallaticum.)
25) Benzoesäure (A benzoique, A. benzoicum.)
26) Bernsteinsäure (A. succinique, A. succinicum.)
27) Honigsteinsäure (A. mellilithique, A. mellilithicum.)
28) Korksäure (A. suberiqne, A. subericum.)

29) Maulbeerholzsäure (A. moroxylique, A. moroxylicum.)

30) Chinasäure (A. chinique, A. chinicum.)

Hieher gehörende Säuren, deren Eigenthümlichkeit noch problematisch ist, sind die Milchsäure, Ameisensäure, Raupensäure, brandige Schleimsäure, brandige Holzsäure, Camphersäure, Kichererbsensäure, Lacksäure, Opiumsäure, die Säure aus dem Harze von Südwallis (Schrader in Trommsdorffs Journ. d. Pharm. V. 96 ff.) zoonische Säure und die Gelbsänre.

β) Bei der Zerstörung in Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff haltige Producte zerfallend, dabei häufig Ammoniak entbindend.

31) Blausäure (A. prussique, A. borussicum s, zootinicum.)

32) Schleimsäure (A. muqueux, A. mucosum, sonst Milchzuckersäure genannt: A. sacho-lactique, A. galacticum.)

33) Amniossäure (A. amniotique, A. amnioticum.)

34) Blasensteinsäure (Harnsäure, A. urolithique, A. urolithicum.)

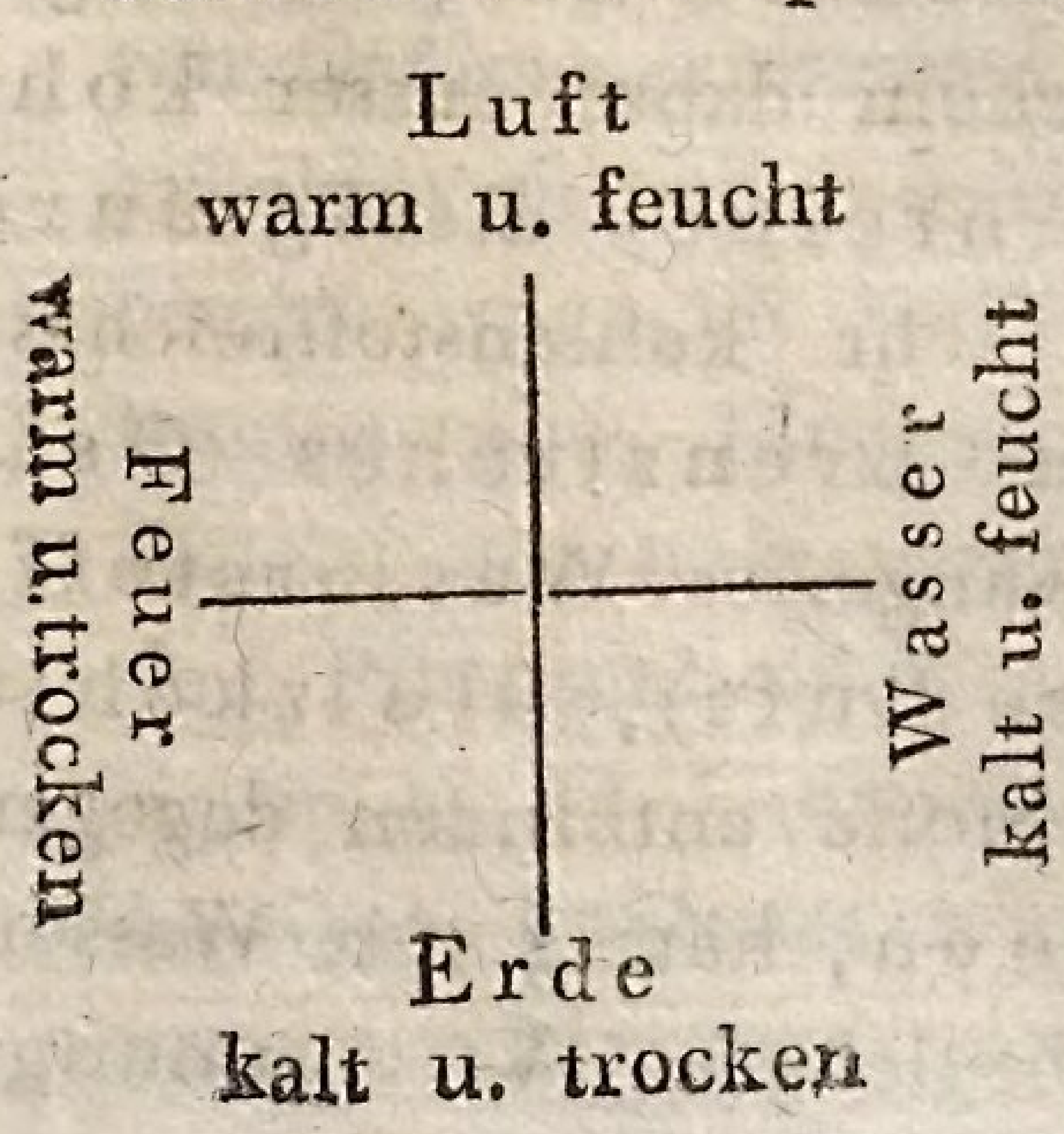
Ueber die noch unzerlegten Säuren vergl. S. 599 und über die sog. Hydrothionsäuren S. 628. Ueber Winterls Blutsäure mündlich.

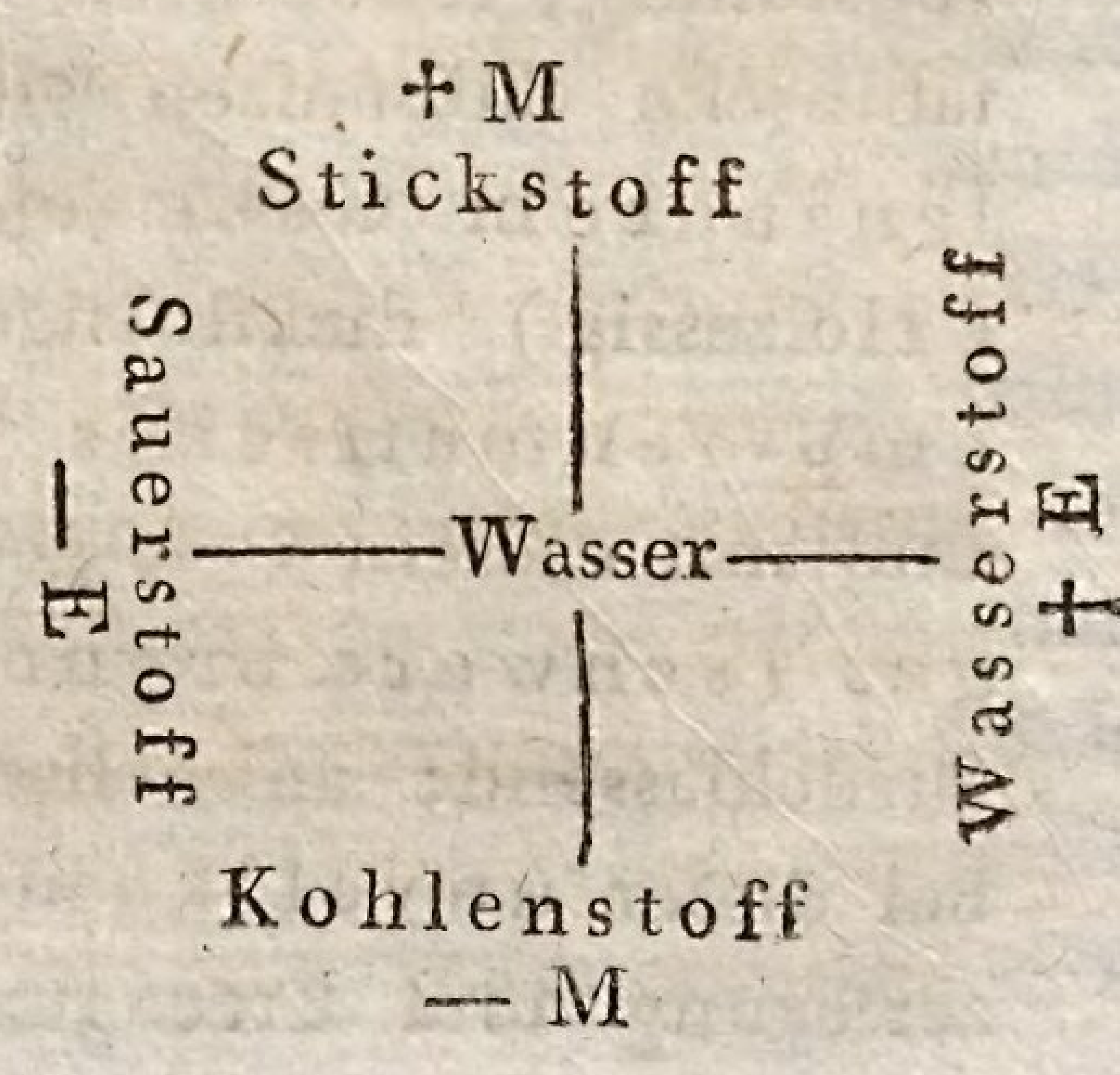
7) Zwischen dem Wasser und dem Sauerstoffe und zwischen dem Wasser und dem Wasserstoffe scheinen alle übrigen anorganischen Jndividuen rücksichtlich ihres chemischen Werthes zu fällen; vorerst zwischen Wasser und Sauerstoff die atmosphärische Luft, ausser dem Sauerstoff einen fast indifferenten Stoff (das Azot — der in dieser

Hinsicht dem Wasser ähnelt) entfaltend, und der (wahrscheinlich mit Hülfe eines neu entwickelten starken electrischen Gegensatzes) mit Sauerstoff zu Salpetersäure, mit Wasserstoff zu Ammoniak (flüchtiges Alkali oder flüchtiges Laugensalz, Ammonium) geeint wird. Aus der Aehnlichkeit des Ammoniaks mit den übrigen Alkalien, schliessen Einige auf die Gegenwart des Stickstoffs in allen Alkalien und in einigen Erden. Zwischen Wasser und Wasserstoff erscheint das Metallische, die Erdentwickelung in einer der atmosphärischen Luft entgegengesetzten Richtung bezeichnend; durch Verbindung mit dem Sauerstoffe zunächst in Metallerde (Oxyd) wandelbar, und sich dadurch den Alkalien und Erden anschliessend. Zwischen dem organisch Festen (vielleicht zwischen Zellstoff oder Faser) und Metall fallen die Alkalien und Erden; durch Kohle, Demant und Metalloid zur Metallreihe reichend. Es fehlt ihnen Wasserstoff (oder ein noch unbekannter Stoff der Art) um metallisch zu seyn, und ausserdem der (oder die) noch unbekannte Grundstoff, welcher den Wasserstoff verdichtet und figirt. Die Kieselerde entspricht unter ihnen dem Wasser am meisten, die anderen scheinen Differenzen dieser Erde zu seyn, vielleicht einerseits durch Stickstoff (Alkalien) und andererseits durch jenen noch unbekannten Grundstoff (metallartige Erden) mehr oder minder vollkommen begründet. Nur die Kieselerde stumpft keine Säure ab, bildet mit Säuren keine Salze. — Die Brennbarkeit der Metalle scheint einer noch ferneren Entwickelung fähig zu seyn, was schon durch die Hydrogenmetalle und durch die Metallvererzungen mit Schwefel etc. angedeutet wird.

Durch Zink, Spieſsglas, Tellur etc. und Arsenik reicht die Metallreihe hinüber zum Phosphor und Schwefel; durch das Eisen zum Demant und zur zur Kohle. — Der Magnetismus des Eisens und der übrigen Metalle deutet auf eine innere Verschiedenartigkeit, um so mehr, da er durch zukommenden Kohlenstoff etc. erhöht wird, vergl. 384. Die unvollkommenen Metalloxyde verhalten sich zu den Säure in der Regel fast wie die Alkalien, die vollkommenen Metalloxyde fast wie Erden.

8) Bei bestimmten Qualitäten eines Stoffes dringt sich überhaupt die Frage nach dem Gegensatze dieser Qualität zunächst auf; je allgemeiner die Beschaffenheit der bestimmten Materie ist, eben so allgemein muſs auch die entgegengesetzte Beschaffenheit der aufzufindenden heterogenen Materie seyn. Die sog. vier Elemente des Aristoteles (vergl. S. 39) enthalten einen doppelten Gegensatz der Art. Sucht man ausser dem Gegensatze der Brennbarkeit der Stoffe, den ihrer Cohärenz auf, so findet man im Kohlenstoff (Demant) den cohärentesten, im Stickstoff den ausdehnsamsten Stoff; und als Indifferenz dieser vier Werthe den des Wassers. Vergl. 378—381 und Steffens Naturphilosophie S. 45.





9) Nach neueren Beob. eines Mollet u. a. erfolgt die Verbrennung verschiedener brennbaren Stoffe in atmosphärischer und Lebensluft, auch ohne vorangegangene Anzündung, durch heftige und plötzliche Compression der den brennbaren Körper berührenden Luft; wobei Temperaturerhöhung und gewöhnlich auch Leuchten (vielleicht electr. Funken?) bemerkt wird; vergl. S. 279. 280. Hier etwas über die pneuvmatischen Feuerzeuge. Northmore stellte mehrere ähnliche (aber noch sehr unvollkommene) Versuche über die Mischungen gasförmiger Stoffe durch starke Compression, so wie auch über die auf obige Weise eingeleiteten Verbrennungen an; welche nach eigenen gelegentlich gemachten Beob. durch etwas wasserhaltige Luft befördert werden, so wie vielleicht jede Verbrennung von einer Wasserzerlegung begleitet, und dadurch den Bedingungen einfacher galvanischer Ketten unterworfen ist. Vergl. Kastners Beitr. II. 125 u. ff.

10) Werden organische Massen in verschlossenen (gegen den freien Zutritt der Luft mehr oder weniger gesicherten) Gefässen erhitzt, d. i. der trocknen Destillation unterworfen, so verbrennen sie nicht vollständig, sondern sie verkohlen nur, und vegetabilische Substanzen entwickeln dabei ausser kohlensaurem Gase und unreiner Essigsäure (Holzessig) dickflüssiges, sehr kohlenstoffreiches, empyreumatisches oder brenzliches Oel, und mit diesem Oele geschwängertes Wasserstoffgas (schwere brennbare Luft), Holzkohle zurücklassend; animalische Stoffe entbinden dagegen bei dieser unvollkommenen, häufig mit Wasserzerlegung und Erzeugung begleiteten Verbrennung:

kohlensaures Ammoniak., Wasser, empyreumatisches Oel, schwere brennbare Luft und Stickgas. Ueber die Verkohlung des Holzes, des Torfes und der Steinkohlen im Grossen; über die Theerschwelerei, Kienrufsbrennerei (über die Bereitung der schwarzen Tusche), Thermolampen etc.; über die Destillation des sogen. Hirschhornöls, und des daraus zu gewinnenden ätherischen (Dippelschen) Oels, des Ammoniaks Behufs der Salmiakfabriken etc.; über die Erzeugung der blausauren Alkalien, durch Behandlung thierischer Massen mit fixen Alkalien bei höherer Temperatur (sonstige Erzeugungen des Ammoniaks und der Blausäure aus anorganischen Stoffen und Mischungen), über die Bereitung des Berlinerblaus etc. mündlich. — In verschlossenen Gefässen erleidet die reine Kohle selbst bei sehr starker Erhitzung keine weitere Veränderung, ausser das sie Kohlenwasserstoffgas (in Verbindung mit etwas Kohlensäure) entwickelt, welches von einem Hinterhalt von Wasser abgeleitet werden kann. Bei gewöhnlicher Ofenhitze kommt sie in verschlossenen Tiegeln gar nicht einmal zum Glühen, und nie zum Schmelzen. Einige Physiker wollen mittelst eines Brennglases, aus reiner (im luftentleerten Gefässe erhitzten) Kohle obige Gase fortwährend erhalten haben, bis endlich reine Asche zurück blieb; wogegen indefs neuere Beob. streiten. Verbrennt man hingegen die gewöhnliche Kohle beim Zutritt der Luft, so hinterläfst sie Asche, welche bei den Pflanzenkohlen gewöhnlich aus Kohlensäure haltigem Kali (über Pottaschenbereitung) Kohle haltigem kohlensaurem Kalke; Kieselerde, etwas Eisen oder Mangan, und einigen schwefelsauren und salz-

sauren Salzen, seltener aus kohlensaurem Natron (über Sodabereitung aus Meerspflanzen) und den genannten Beimischungen besteht. Talkerde, Thonerde und vorzüglich Baryt erscheinen seltener in der Pflanzenasche. Ueber die Benutzung der Alkalien zur Bereitung alkalischer Seifen im Grossen, mündlich. — Die Asche der thierischen Kohle (weiſs gebrandte Knochen), besteht gewöhnlich dem gröſsten Theile nach aus phosphorsaurem Kalke (seltener phosphors. Talkerde) etwas kohlensaurem und blausaurem Kalke; nebst einer Spur von Eisen. — Die Pflanzensäfte und zum Theil auch festere Theile, enthalten häufig schon die Aschenbestandtheile gebildet, verschiedentlich gemischt in sich; in den Thiersäften scheint in der Regel (vorzüglich bei warmblütigen Thieren) das Natron und der Kalk die Stelle des Kali zu vertreten. Jedoch sind auch häufige Beobachtungen vorhanden, die es wahrscheinlich machen, daſs mehrere der Aschenbestandtheile erst durch die Vegetation und Animalisation erzeugt werden. Ueber T. v. Saussure's Beob. über die Vegetation; dagegen Schraders Versuche mit in Schwefel gezogenem Getreide; Vauquelins Vers. mit jungen Hünern etc. mündlich. — Hartig: Physical. Vers. über das Verhältniſs der Brennbarkeit der meisten deutschen Wald-Baumhölzer etc. 2te Aufl. Herborn 1804. 8.

11) Glüht man ein Gemenge aus Kohlenpulver und verschiedenen Metalloxyden, z. B. Zinkoxyd, Bleioxyd etc. so erhält man ausser etwas mit Kalkmilch (wässerige Lösung des Aetzkalks oder sogen. Kalkwasser, mit ungelösten Kalktheilchen) wegzuschaffenden kohlensaurem Gase, ein eigenthümliches

Gas, welches zuerst von Priestley bemerkt, in neueren Zeiten genauer untersucht und gasförmiges Kohlenstoffoxyd genannt worden ist (vergl. S. 647). Dasselbe Gas bekommt man, wenn man natürlichen kohlensauren Baryt mit Kohlenpulver glüht, um Aetzbaryt zu bereiten, oder wenn man kohlensaures Gas über glühende Kohlen treibt. Nach Berthollet enthält es etwas Wasserstoff, und kann daher als ein an Wasserstoff sehr armes Kohlenwasserstoffgas betrachtet werden. Es ist wie alle Wasserstoff haltige Gase brennbar, und gleich den übrigen Gasen, ausser dem atmosphärischen und reinem Sauerstoffe, irrespirabel. Als Trommsdorff die bei der Bereitung des Phosphors (durch Reduction der Phosphorsäure, aus dieser Säure und Kohle) sich entwickelnden Gase, die einem grossen Theile nach aus Kohlensäure bestehen, genauer untersuchte, fand er darin ein Kohlenstoff haltiges Phosphorwasserstoffgas, von stinkendem phosphorartigen Geruche, welches sich bei Berührung atmosphärischer Luft ebenfalls von selbst entzündete (vergl. S. 630), und die Auflösungen edler Metalle, so wie diejenigen des Merkur zersetste.

E) *Von der Gährung (Fermentatio) und von Erzeugung der künstlichen Naphthen oder Aether.*

§. 132.

Wenn Pflanzen oder Thiere ihres organischen Lebens beraubt sind, oder wenn den Individuen der Art die ihnen zugehörenden Producte entzogen, und somit aus der Wirkungssphäre des

organischen Ganzen gebracht werden, so erfolgen in ihnen, wie es scheint von selbst Veränderungen, welche von Entwickelungen neuer chemischer Qualitäten begleitet und durch innere Bewegungen bezeichnet sind, die man (in sofern die Organismen gewöhnlich als chemische Gemische betrachtet werden) Selbstentmischungen (von selbst erfolgende Zersetzungen) oder mit vorzüglicher Rücksicht auf das Wahrnehmbare jener inneren Bewegungen Gährungen nennt. Erfahrung lehrt indeſs, daſs diese Gährungen beim Ausschluſs des Wassers keinesweges eintreten, und ausser einer gewissen Temperatur (die gewöhnlich durch den Gährungsproceſs wächst) auch gewöhnlich noch der Beitritt atmosphärischer Luft dazu erfordert wird. Das Wasser spielt dabei eine wichtigere Rolle als man sie ihm gemeinhin zuschreibt, und sehr wahrscheinlich ist es die electrisch-chemische Vertheilung (die Spannung) desselben, welche zunächst Gährung gährungsfähiger Stoffe einleitet; wo mithin chemische Kräfte den organischen Bestandeskräften entgegen wirken, und sich leztere mehr oder minder unterordnen; oftmals dadurch (zuvor in ihrer Wirksamkeit beschränkte) organische Kräfte besonderer Art (z. B. bei der Erzeugung des Schimmels, der Essigaale etc. aus gährenden Massen) weckend.

1) So mannichfach als die verschiedenen organ. Stoffe sind, sind es auch wahrscheinlich die Gährungen; indeſs folgen diese gewissen analogen Fortschritten, und bringen mehr oder minder ähnliche Producte hervor, wonach man die Gährungen selbst in die Zuckergährung, geistige-, saure- (ferbende-) und faule Gährung (Fäulniſs) eingetheilt hat. Ueber Zuckerraffinerie, Stärkefabrication, Weinbereitung, Bierbrauerei, Brandtweinbrennerei, Essigsiederei, Brodbacken, Indigbereitung und Indigküpe (über Färberei und Zeugdruck); Tabakszubereitung; über die Wirkung des Düngers und der übrigen Bestandtheile der Acker- und Gartenerde auf die Entwickelung, Erhaltung und Ernährung der Pflanzen; über die Benutzung einiger Fäuluiſsproducte thier. Stoffe, (z. B. das Ammoniak des faulenden Harns etc.) über die Schimmel- und Käsegährung welche einige Physiker annehmen etc. mündlich.

2) Bei der Gährung entwickeln sich häufig Gase, z. B. kohlensaures Gas, Kohlenwasserstoffgas, Stickgas, Ammoniakgas, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas (von des lezteren Selbstentzündung, vergl. S. 630 leiten Einige die Entstehung der Irrlichter ab), die selten rein, sondern gemeinhin mit eigenthümlichen mehr oder minder thierischen Stoffen geschwängert sind; öfters auch Salpetersäure (vergl. S. 651.) Ueber den Einfluſs der Luftelectricität auf die Gährung, z. B. bei der Indigküpe, beim Bier etc. — über den Einfluſs der Fäulniſs auf verschiedene Stellen lebender Körper; über Miasmen und Ansteckungen; über die Verbesserung der Luft in Leichenhäusern, Hospitalstuben etc. durch oxygenirte Salzsäure vergl. S. 628; über die Lage und Ein-

richtung der Hospitäler, Abflüsse, Cloaken, Schindanger etc. mündlich.

3) Mineralsäuren, verschiedene Salze, irrespirable Gase (und Aromata), und in gewissen Fällen auch der Weingeist, hemmen oder unterbrechen die Gährung. Oefters werden auch Salze durch die Gährung zersetzt. — Ueber das Einsalzen, Einpökeln und Räuchern des Fleisches; über die Mumien; über die Ausscheidung des Schwefels aus Glaubersalz durch gährendes Wermuthkraut; über das partielle Verschwinden des Kochsalzes im gährenden Sauerkraut; über die Aufbewahrung anatomischer Präparate in Weingeist, und über die Natur und den Nutzen des Ferments mündlich.

4) Aus allen weinigen Flüssigkeiten läfst sich durch Destillation der Weingeist (Spiritus vini) scheiden; wasserfreier Weingeist (durch salzsauren Kalk entwässert) ist auch unter der Benennung absoluter Alkohol bekannt, und zeigt zerstört nach T. v. Saussure's neueren Untersuchungen, im hundert folgende Bestandtheile: 43,65 Kohlenstoff, 14,94 Wasserstoff, 3,52 Stickstoff, 37,85 Sauerstoff und 0,04 Asche. Journal de Phys. T. 64. p. 316. Der Alkohol stellt eine sehr leichte (vergl. S. 308.) durchsichtige, farbenlose, angenehm riechende, feurig schmeckende, sehr flüchtige bei 28 Zoll Barom. Höhe bei einer Temperatur von 176° Fahrh. kochende (vergl. S. 312) in der Kälte nicht gerinnende, höchst entzündliche, ohne Docht (ohne Hinterlassung eines merkbaren Rückstandes) mit blauer Flamme brennende Flüssigkeit dar. In grösseren Mengen bei gehindertem Luftzutritt zeigt sich beim Verbrennen desselben etwas Rauch, und ausser den oben angege-

benen Verbrennungsproducten, findet sich auch eine Spur von mit Kohlensäure verbundenem Ammoniak darin vor. Werden Alkoholdämpfe durch glühende Metallröhren (kupferne) geleitet, so erscheint Kohlenwasserstoffgas und im Rohr bildet sich sogen. Metallkohle (z. B. Kohle haltiges Kupfer); wählt man dazu porzellanene Röhren, so wird der durchstreichende Weingeist zum Theil in ein flüchtiges krystallisirbares Oel, in etwas essigsaures Ammoniak und wahrscheinlich auch Benzoesäure enthaltendes Wasser, in Kohlenwasserstoffgas und in der Röhre bleibende Kohle verwandelt und zersetzt. Die Kohle liefert verbrannt eine aus Kali, Kalk und Kieselerde bestehende Asche. Der Weingeist mischt sich in allen Verhältnissen mit Wasser (wobei die Temperatur erhöht wird); das specifische Gewicht des Gemisches ist verschieden, aber stets grösser als es der Rechnung gemäfs seyn sollte; vergl. §. 127. u. S. 304. Richter hat durch Vers. und Berechnungen geleitet eine zweckmässige Tabelle entworfen, über den absoluten Alkoholgehalt in Alkoholarten von verschiedenen spec. Gewichte, bei 68° Fahrh.; vergl. dessen über die neueren Gegenstände d. Chem. 9s St. u. Berlinisches Jahrb. f. d. Pharmacie etc. 1799. 83. ff. — Ueber die Lösungsfähigkeit des Weingeistes gegen verschiedene Stoffe und Gemische, vergl. S. 621. Verschiedene Stoffe und Gemische färben die Flamme des brennenden Weingeistes; z. B. der salzsaure und salpeters. Strontian carminroth; Boraxsäure und salpeters. Talkerde apfelgrün; Kupfersalze grün, salzs. Kalk und Baryt feuerroth oder gelb etc. Ueber die Verfertigung der Kunstfeure etc. mündlich. — Auch bei sehr niederer Temperatur verdampft der

Weingeist, und hierauf gründet sich die durch van Mons gemachte Beob. durch Umlagerung des Destillirgefässes mit Eis, aus gewöhnlichem Alkohol, einen höchst flüchtigen Alkohol abzuscheiden. Schwefel, Phosphor, Boraxsäure, Aetzalkalien, mehrere Säuren und Salze, werden vom Weingeist aufgenommen und krystallisiren daraus zum Theil wieder. Phosphor anhaltend mit Weingeist behandelt, wird zum weissen Oxyde (?) welches weniger entzündlich und nicht mehr leuchtend ist; der überstehende Weingeist, leuchtet wenn er im Dunkeln in Wasser gespritzt oder geschüttelt wird.

5) Die in der Regel mit Hülfe der wässrigen und geistigen Lösung, mittelst Temperaturwechsel (vergl. S. 621) und seltener durch chem. Anziehung anorganischer Stoffe oder Mischungen bewirkte Zerlegung der Vegetabilien und Animalien, hat die Chemiker bis jetzt zur Kenntniſs folgender sogen. Pflanzen- und Thierstoffe geführt; die als Producte der Vegetation und Animalisation angesehen werden können, ohnerachtet sich nicht streng behaupten läſst, daſs sie sämmtlich von der Beschaffenheit in den lebenden Organismen vorkommen, welche sie nach geschehener Zerlegung zeigen. Am wenigsten verändert werden durch die Zerlegung diejenigen Stoffe, deren Trennung mechanisch Statt finden kann, und die gewöhnlich als eigenthümlich abgelagerte Massen in den Organismen vorkommen, z. B. Satzmehl, Schleim, Zucker, Harz etc.

a) Pflanzenstoffe: 1) Vegetabil. Faser. 2) Vegetab. Zellst (Korkst). 3) Amidon (Stärke, Kraftmehl). 4) Gerbestoff (zusammenziehender St. oder Tannin). 5) Pigmente. 6) Vegetab. Eiweiſsstoff.

7) Kleber (Gluten, Mehlleim). 8) Käsestoff (vegetab. animal. Substanzen der Hülsenfrüchte. 9) Pfanzen Gallerte. 10) Schleim (Traganthst.). 11) Gummi. 12) Sarcocolla. 13) Picromel (Mannast.). 14) Zucker. 15) Chinast.? 16) Quassiast.? 17) Senegast.? 18) Alantst.? 19) Spargelst.? 20) Caffestoff? u. Caffesäure.? 21) Cautschouck (Federharz). 22) Sandarakst.? 23) Seifenst. 24) Extractivst. 25) Wachsst. (Pflanzenfirnifs). 26) Harz. 27) Campher. 28) Aether. Oele. 29) Fette Oele u. Pflanzenfett. 30) Opiumst.? (Opiumsäure vergl. oben und die meisten der oben unter b, α aufgeführten Säuren. Einige nehmen auch einen Riechstoff, narcotischen St., scharfen St. und Bitterstoff an, jedoch ohne zureichenden Grund.

b) Thierstoffe: 1) Eiweifs. 2) Faser. 3) Schleim. 4) Animal. Extractivstoff. 5) Gallerte. 6) Fett und Oel. 7) Wallrath. 8) Harnst. 9) Aether. Oele. 10) Harze. 11) Wachsartiger St. 12) Pigmente. 13) Zucker. 14) Picromel. Mehrere der unter b, α und β oben angeführten Säuren und mehrere Salze; und nach Einigen die problematischen Thiergifte, ätzende und narcotische Stoffe.

6) Ueber Gummi- und Schleimharze, Balsame und gemischte Stoffe mündlich, eben so über Pflanzenextracte und Musse, aromatische Wässer; über die Indigo- und Lacmusbereitung, über die Lac- und Pastellfarben; über Papierfabrication-, Hanf-, Lein-, Baumwoll- und Seidebereit., über Oelschlägerei, Kochkunst, Leimbereitung, Verfertig. d. Darmsaiten, Bearbeit. d. Knochen, Hornarten, Schuppen, Ausbr. d. thier. Oele etc.

§. 133.

XXXXII. Vers. Dritthalb Loth starke rauchende Salpetersäure werden in ein, 8 Unzen an Maas haltendes starkes, mit einem eingeriebenen Glasstöpsel versehenes Glas, gegossen. Hierauf tröpfelt man vorsichtig drei Quentchen destillirtes Wasser (mittelst eines genäſsten Papierstreifens) auf den Rand des Glases, so daſs das Wasser unmerklich an der inneren Glasfläche herabfliessend, über die Säure, ohne sich damit zu mischen, geschichtet wird. Auf gleiche Weise bringt man jetzt drei Loth absoluten Alkohol über das Wasser, verschlieſst das Glas mit dem Stöpsel, und läſst es an demselben Orte ruhig stehen, wo man die obige Schichtung veranstaltete. Die orange Salpetersäure wird bald da, wo sie das Wasser berührt grün, und nach und nach blau. Anfänglich steigen nur aus der Grenzfläche von Säure und Wasser kleine, nach und nach grösser werdende Blasen in den Alkohol, endlich aber auch aus der Säure selbst, durch das Wasser bis zur Oberfläche des Alkohols, dessen untere Lage so wie die des Wassers allmählig trübe wird; beide hellen sich aber nach und nach wiederum auf, und lassen jetzt eine hellgelbe auf der Oberfläche des Alkohols schwimmende, den Borsdorffer Aepfeln ähnlich riechende Flüssigkeit, den erzeugten Salpeter-

äther (Salpeternaphthe Aether s. Naphtha nitri) bemerken. Nach 2—3 Tagen wird der Aether nicht weiter vermehrt, und kann durch einen Scheidetrichter abgesondert und von anhängender Säure durch etwas verdünnte Aetzkalilauge oder Kalkmilch gereinigt werden. Das Gewicht desselben beträgt gewöhnlich soviel als die angewandte Salpetersäure.

1) Nur der Salpeteräther läſst sich durch eine solche Schichtung von Säure, Wasser und Alkohol hervorbringen. Die übrigen zur Aetherbildung fähigen Säuren, heischen die vollkommene Mischung von Alkohol und Säure, und die Destillation dieses Gemisches, wenn auch nicht zur Einleitung des Aetherbildungsprocesses doch zur vollkommenen Durchführung desselben. — Die Säure welche den Salpeteräther anfänglich verunreinigt, besteht theils aus salpetrichter Säure, theils aus Essigsäure. Auch der vollkommen von Säure befreite Aether, wird nach einiger Zeit wiederum sauer, wobei sich ein besonderes Gasgemisch entbindet; dasselbe entwickelt sich auch, wenn man den Salpeteräther durch unmittelbare Mischung von Säuren und Alkohol (und nachfolgender Destillation) bereitet, und wurde sonst unter der Benennung ätherisirtes Salpetergas als eine eigne Gasart betrachtet. Nach Thenards Vers. ist es hingegen ein veränderliches Gemisch aus dampfförmigem aufgelösten Aether, Salpetergas, Stickgas, oxydirt. Stickgas, Kohlensäure, Essigsäure, Alkohol etc. Derselbe Experimentator erhielt durch Zerstörung des Salpeteräthers bei hoher Temperatur im

hundert folgendes Grundstoffverhältnifs: Stickstoff 16, Kohlenstoff 39, Sauerstoff 34 und Wasserstoff 9.

2) Ausser der Salpetersäure sind noch folgende Säuren der Aetherbildung fähig: a) die Schwefelsäure, wobei sich etwas gewürzhaftes ätherisches Oel (Ol. Vini) Harz, Kohle, Wasser, Kohlensäure, Essigsäure, Kohlenwasserstoffgas und schweflichte Säure bilden; und anfänglich ein eigenthümliches Gasgemisch, vorzüglich aus aufgelöstem Aether, Alkohol und Kohlenwasserstoffgas bestehend (Kohligt-ölichtes Wasserstoffgas) entwickelt wird, welches sich durch Mischung mit oxygenirter Salzsäure zum Theil in schweres ätherisches Oel verwandelt; b) die Salzsäure welche in bedeutender Menge von den sich bildenden merkwürdigen Salzäther aufgenommen wird, der unter allen der flüchtigste aber nicht der specif. leichteste ist, und die Salzsäure im abgestumpften Zustande enthält, weshalb er auf keine Weise salzsauer reagirt wird, hingegen verbrannt sogleich gasförmige Salzsäure in grosser Menge entwickelt; c) die Essigsäure, welche einen durch Alkalien und Luftberührung sehr bald sauer werdenden, sehr leicht zersetzbaren Aether liefert; d) die Flufssäure, deren Aether dem Essigäther gleich kommt, und blofs aus dem Alkohol abzustammen scheint; und e) die Phosphorsäure, deren Wirkung auf den Alkohol sehr unvallkommen ist. Nach T. v. Saussure geben 100 Th. Schwefeläther 5,90 Kohlenstoff 22,0 Wasserstoff, 19,0 Sauerstoff und vielleicht eine Spur von Stickstoff. Nach Thenard der Salzäther: 29,45 Salzsäure Masse, 36,61 Kohlenstoff, 10,64 Wasserstoff, 23,30 Sauer-

stoff. — Leitet man oxygenirt salzsaures Gas durch Alkohol, so wird dieser in Wasser, in ein flüchtiges Oel (dem Pfeffermünzöl ähnlich riechend), in eine leicht verkohlende Substanz und Essigsäure umgeändert. Tröpfelt man absoluten Alkohol auf eisartige (an —E reiche?) Schwefelsäure, so erhitzt sich das Gemisch ausserordentlich und verbreitet den angenehmen Geruch des Schwefeläthers.

3) Die verschiedenen Aetherarten weichen nach denen zu ihrer Bildung erforderlichen Säuren, in ihren besonderen Eigenschaften von einander ab; und lassen sich gewöhnlich schon durch Geruch, Geschmack, Farbe, Flüchtigkeit und Dichtigkeit von einander unterscheiden. Der rectificirte Schwefeläther kocht unter dem entleerten Recipienten der Luftpumpe, schon bei 20° F. Der Salzäther auf die Hand getröpfelt geräth ins Kochen, verdampft schnell, und erzeugt dadurch wie alle verdampfende Fluida, Kälte. Gasartiger Aetherdampf angezündet erregt unter einem offenen, auf und niedergeschobenen Glascylinder, gleich dem unter ähnlichen Umgebungen brennenden Wasserstoffgase, heulende Töne (chemische Harmonika). Alle Aether lösen sich leicht in Alkohol (versüſste Säuren, Aetherweingeist), hingegen unvollkommen im Wasser. Das Federharz, die Harze, Fette, Oele, Wachs, den Campher etc. der Extractivstoff, Schleim etc. (aber nicht das Gummi) sind darin löslich. — Phosphor (und von einigen auch der Schwefel) wird davon aufgenommen und krystallisirt sich daraus öfters in baumartigen Gebilden. Einige Metallauflösungen werden durch den Aether zersetzt, so daſs sich theils metalloxydhaltige Aether bilden, theils die Metalle reducirt

werden. — Aetherdampf und Sauerstoff liefert Knallluft. Ausser dem Ammoniak wird kein Alkali (und keine Erde) vom Aether aufgelöst. Bei heftiger (künstlicher) Kälte gerinnt er zum Theil.

4) Die reinen Aether sind sehr entzündlich, und übertreffen hierin den Alkohol; der Schwefeläther verbrennt zu Kohlensäure und Wasser, der Flufsäther zu Essigsäure (vielleicht auch eine Spur von Flufssäure) haltigem, kohlensauren Wasser; die übrigen zu kohlensaurem Wasser, welches mit der ausgeschiedenen Säure des Aethers (z. B. Salzsäure, Salpetersäure) vermischt ist. (Verbrennung des Aethers über Wasser.) Leitet man den Schwefeläther durch ein glühendes porzellanenes Rohr, so wird er zerstört, und liefert dann folgende Producte: ein nach Benzoe riechendes braunes empyreumatisches Oel, sehr wenig Wasser, eine bedeutende Menge Kohlenwasserstoffgas und etwas lockere, höchst wenig Asche gebende, Kohle. Concentr. Salpetersäure verdickt ihn zu einem ölartigen Gebilde; conc. Schwefelsäure wandelt ihn zum Theil in unvollkommen Aether (Weinöl s. oben) um; in oxygenirt salzsaurem Gase wird er nach kurzer Zeit entzündet, und verschiedene Gase z. B. Salpetergas werden von ihm absorbirt. Salpeteräther durch ein glühendes porzell. Rohr geleitet, liefert: etwas Wasser, etwas Blausäure und Ammoniak, empyreumatisches Oel, Kohlensäure, Salpetergas, Stickstoff haltiges Kohlenwasserstoffgas und Kohle. Die Auflösung des Aetzkali in Weingeist, verwandelt ihn nach und nach in Essigsäure und salpetrichte Säure. Der Salzäther brennt mit grüner Flamme und liefert durch ein glühendes porzell. Rohr getrieben Salzsäure und ein schweres, entzündliches, brenzlich riechendes Gas,

bei Weisglühhitze scheidet sich statt des Lezteren leichtes inflammables Gas und Kohle ab. Kochende Schwefel- und Salpetersäure zersetzen ihn; eben so die oxygenirte Salzsäure, und machen eine grosse Menge Salzsäure frei. Der Essigäther (abgestumpfte Essigsäure enthaltend) brennt mit blaugelber Flamme, unter Verbreitung eines Essiggeruchs; durch ein glühendes kupfernes Rohr getrieben, giebt er viel Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure und etwas Kohle. Alkalien stellen die Essigsäure desselben wieder her, liefern damit essigsaure Salze, und Alkohol kann aus dem entmischten Aether durch Destillation geschieden werden. Mit Schwefelsäure oder Salpetersäure destillirt, liefert er Essigsäure und Schwefel- oder Salpeteräther. Die Alten nannten den Essigäther animirten Weingeist; und Wenzel (dessen Einleitung in die höhere Chemie, und Kastners Beitr. I. Bd.) behauptet schon, so wie mehrere ältere Chemiker, dafs im Weingeiste ein eigenthümliches Anneigungsmittel liege, welches den Säuren die Acidität benehme, und (den Alkalien ähnlich) abstumpfend gegen sie wirke.

5) Bei der Aetherbildung im Allgemeinen sind ohngefähr folgende Thätigkeitsverhältnisse wirksam, die jedoch bei jeder Aetherart besonders modificirt zu seyn scheinen: a) die disponirende Verwandtschaft der Säuren zum Wasser, und dabei wahrscheinlich die vertheilende Entwickelung von + E im bereits etwas modificirten Weingeiste; manchmal auch die Anziehung des Sauerstoffs der Säure zu einem Theile des Kohlenwasserstoffs im Weingeiste; b) der organische Werth des Weingeists als aus dem Organischen abstammende Masse, dem zufolge die Oelna-

tur (als diejenige welche den Vegetabilien näher liegt, als der Weingeist selbst) durch den zerstörenden Eingriff der Säure, im Weingeiste entwickelt wird, auf ähnliche Weise wie bei der Fäulniſs und bei der Bildung der Infusorien (so wie überhaupt bei der Gährung) das vollkommener organisirte Wesen aus dem minder organisirten Stoffe entwickelt wird, durch die chemische Anziehung und Wirkung von Stoffen ausser ihm, denen er nur zum Theil unterworfen ist. Sowohl bei der Gährung, als auch bei der Aetherbildung gerathen die, zum Werden und Bestehen organisirter Wesen nöthigen, besonderen Kräfte, mit den electrisch-chemischen Wirkungen anorganischer Mischungen und Stoffe in Conflict; und erzeugen so Producte, die gemeinhin zwischen beiden Werthen, den organischen und chemischen schwanken, oder bestimmt von einem oder dem anderen zeugen. Jene organisirenden Kräfte, welche den Aether aus dem Alkohol sich entwickeln machten, sind es daher auch, die gewöhnlich einen Theil des chemischen Stoffes (der Säure), seiner chemischen Verschiedenartigkeit beraubt (abgestumpft) in sich aufnehmen; und auf ähnliche Weise unmerkbar machen, als dieses durch die Assimilationskräfte lebender Organismen gegen ähnliche aufgenommene chemische Stoffe geschieht, wohin der unmerkbare (abgestumpfte) Schwefel, Phosphor, die abgestumpfte Salzsäure, Alkalien etc. der Faser, Gallerte, des Schleims, Eiweisses u. s. w. gehören. — Am einfachsten bemerkt man dieses gegenseitige Verhältniſs; organischer Thätigkeit und chemischer Action, im Respirationsprocesse athmender Geschöpfe; denn der eingeathmete Sauerstoff dient nicht bloſs zur Absonderung überflüs-

siger vegetabiiischer Materie und zur Wärmeerregung, sondern vorzüglich auch, durch seine chemische Anregung überhaupt, als fortwährendes Erweckungsmittel höherer organischer Thätigkeit, in dem sich stets erneuernden, und somit stete Entwickelung zur möglichsten Vollkommenheit bedürfenden Blute; und diesem ähnlich scheint überhaupt das Verhältniſs des Sauerstoffs z. B. zur Nervensubstanz, und zu den übrigen mit ihm in Berührung kommenden Gliedern lebender Organismen, so wie überhaupt das Verhältniſs chemischer Agentien zu organisch lebenden Individuen zu seyn. — Ueber die fortwährende Veränderung gegohrner Flüssigkeiten z. B. des Weins; über die periodische Regung einer erneuerten Gährung des Lagerweins zur Zeit der jährlichen Weinblüte etc. mündlich.

6) Trommsdorffs Handb. d. Chem. III. — Winterl über Aetherbild. a. a. O. B. Nasse Theorie d. Aetherbildung. Leipz. 1809. u. Schnauberts Theorie d. Aetherbild. in v. Crells Annal. 1802. II. 222. 311. 580. 458. Aehnliche Versuche französischer Chemiker in Scherers Journ. VI. 436. Gehlens Bemerk. üb. diesen Gegenstand in dessen N. A. Journ. d. Chem. II. 206. ff. Thenard in Gehl. J. f. Chem. Phys. u. Miner. IV. 18. ff. — Wahlenberg vom Sitz d. unmittelbaren Pflanzenproducte, ebend. VIII. 92. ff. Kastner üb. die Gährung, in dessen Mater. a. a. O. Hildebrandt üb. das Verhalten des todten Fleisches in verschiedenen Gasarten; ebend. VIII. 180. ff. — Samuelis Mehes: de respiratione animalium comment. Heidelb. 1810. 4. — Dr. Gruithuisen üb. d. chem. u. dynamischen Momente bei d. Bildung der Infusorien etc. ebend. VIII. 511. ff. Ueber die verschiedenen Benutzungen des Aethers mündlich.

VIII. CAPITEL.

VON DEM ORGANISCHEN PROCESSE.

§. 134.

Die vorhergehenden Bemerkungen über die Gährung zeigten unter andern deutlich, dafs ausser den bisher untersuchten Anziehungen der Materien, in den Körpern Thätigkeitsbestimmungen gegeben seyn können, die dort, wo sie zur Erscheinung gelangen, einen Grad von Selbstständigkeit und Behauptung individuellen Daseyns wahrnehmen lassen, der von der allgemeinen Wandelbarkeit electrisch-chemisch wirksamer Stoffe auffallend abweichet. Wir nennen diese Körperwesen, denen wir eine solche (mit unserem eigenen Daseyn vergleichbare) aus dem Inneren entspringende höhere Selbstständigkeit zuzuschreiben genöthigt sind, organische Individuen (Organismen), und die Verhältnisse der dazu nöthigen äusseren und inneren Thätigkeiten selbst, organische Processe, die sich

im Allgemeinen auf Assimilation des Individuums zurückführen lassen, und gewöhnlich durch Leben bezeichnet werden; vergl. S. 19 u. ff.

§. 135.

Jeder Organismus ist zusammengesetzt aus Theilen (Individuen), die unter sich und mit ihm als Ganzes in einem solchen wechselseitigen Einflusse und Verhältnisse stehen, daſs die Theile nur durch das Ganze und dieses nur durch jene sind. Jene innere Bestimmung, aus der die Existenz als wirksames Ganze resultirt, nennen wir die organische Einheit oder die Seele des Organismus; wiewohl wir nicht im Stande sind, die Grenze einer solchen inneren Bestimmbarkeit (als Gegensatz jener äusseren der qualitativ verschiedenen Stoffe) in den verschiedenen Körpern genau nachzuweisen.

1) Spuren einer solchen Beseelung (eines in sich thätigen Bestimmungsgrundes) treffen wir selbst noch in der sogen. anorganischen Natur an, in sofern sie nicht bloſs mit bestimmten chemischen Qualitäten erscheint (die Bestimmung ihrer Thätigkeit nicht in sich, sondern in entgegengesetzten Qualitäten ausser sich findet) sondern als Körperganzes gegeben ist; dahin gehört das Bestehen fixirter Zustände (vergl. S. 60, z. B. daſs das Wasser ohnerachtet des höchst mannichfachen Wechsels seiner Spannung (seines verschiedenen + und — E oder Hydrogen- oder Oxygenwerthes) dennoch nicht aufhört Wasser zu seyn,

und vorzüglich gehört hieher die Aufrechthaltung des Sauerstoff- und Stickstoffverhältnisses der Atmosphäre (vergl. §. 131.), u. m. dgl.

2) Die organische Einheit kann nicht mit der Schwere verglichen werden; jene zeugt von einer über das Masseseyn hinausgehenden, diese von einer nur auf die Masse bezogenen Thätigkeit. Wenn wir uns daher auch in den Anziehungsphänomenen der Cohäsion (der specifischen Schwere), der Cohärenz und des Magnetismus, der Electricität und des Chemismus, ebenso viele in ihren Richtungen verschiedene Schweren denken wollten, so verbieten uns dennoch Erfahrung und aus dem eigenen Ich geschöpftes Wissen, die organische Einheit mit diesen Kräften gleichzustellen; wohl aber läſst es sich denken, daſs die organische Einheit einer stufenweisen Entwickelung fähig sey, und daſs sie, jene Kräfte mehr oder weniger unterordnend, unserem erkennenden Geiste, in verschiedenen Momenten, selbst anscheinend unter der Form jener Kräfte sich darzustellen vermöge.

3) Wir dürfen ferner dieses phychische Verhältniſs organisirter Wesen, nicht mit dem rein geistigen denkender Wesen verwechseln; dann wie hoch wir auch den Werth der Seele organischer Individuen anschlagen, so ist sie (als solche, als organische Einheit) doch nur dort denkbar, wo die Stoffe wirklich organisirt hervortreten, während es sich denken läſst (und in den Momenten der Begeisterung geschauet wird) daſs der Geist zur Behauptung seines Daseyns der körperlichen Einheit nicht bedürfe. Vergl. S. 2 u. 4. Jenes psychische Verhältniſs wurde schon frühe von den Naturforschern geahndet, vergl. S. 38—48; in neueren Zeiten deutete unter anderen Bergmanns

Wahlverwandtschaft, merkbarer WINTERLS Band darauf hin, am bestimmtesten die Idee der Weltſeele, und SCHELLINGS Copula; vergl. 84 — Ist aber die Einheit der Organismen nur durch die Organismen als bestehende Ganze denkbar, so folgt ganz von selbst, daſs man sie nicht in einzelnen Theilen des Organismus suchen kann, und daher hie und da vorkommende Ausdrücke wie Pflanzengeist (statt Pflanzenduft) etc. nur ebenbildlich zu nehmen hat; aber es folgt nicht, daſs bei der Zerstörung des Organismus die Seele absolut vernichtet (nicht seyend gesetzt) werde, sondern nur, daſs sie als Einheit des bestimmten Organismus zu bestehen aufhöre.

4) Jede Organisation behauptet eine eigenthümliche Wirkungssphäre, mehr oder weniger von der Aussenwelt getrennt, in sich eine neue Welt bildend. In dieser relativen Isolation hört sie aber nicht auf, mit ihrer Aussenwelt in Verkehr zu stehen, und im Allgemeinen drückt sich das Verhältniſs jener zu dieser, als Erregbarkeit (Incitabilitas) aus; jedoch nicht als eine aus dem Gegensatz von zwei Kräften entspringende Nothwendigkeit (wie dieses bei den chemischen Verhältnissen der Stoffe der Fall ist), sondern als ein Vermögen des Organismus, durch welches alle Einwirkung auf ihn vermittelt wird, ohne dadurch seiner Selbstständigkeit Eintrag zu thun (S. 95). In sofern die Erregung Bewegungen veranlaſst, oder in sofern diese (mittelst schon vorhandenen Gegensätzen) aus der eigenen Thätigkeit des Organismus hervorgehen, nennet man jenes Vermögen auch Reizbarkeit (Irritabilitas), und die Producte der Wechselwirkung der Reitzbarkeit und der Aussenwelt Reitze, so wie den Einfluſs der

Reitze auf den lebenden Organismus Reitzung. Ueber Sympathie mündl. — Es setzen diese Receptivität (Empfänglichkeit für äussere Eindrücke) und Reaktionsvermögen (Fähigkeit, äusseren Einwirkungen eine mehr oder weniger gleichförmige Thätigkeit entgegen zu setzen) voraus, und beide können wir uns im vierfachen gegenseitigen Verhältnisse denken; nämlich schwache Receptivität und starke Reaction, schwache Receptivität und schwache Reaction, starke Receptivit. und schwache Reaction und starke Receptivität mit starker Reaction, woraus vier Stimmungen (Temperamente) der allgemeinen Verhältnisse organischer Individuen zu sich selbst und zur Aussenwelt hervorgehen.

5) Alle Veränderung in Organismen erfolgt nach Gesetzen der organischen Vertheilung, die häufig von magnetischer, electrischer und chemischer Vertheilung begleitet, aber nie dadurch ausschliessentlich beherrscht ist. Die organische Vertheilung organisch belebter Wesen besteht in der Hervorrufung eines entgegengesetzten Werthes, entweder a) im Berührenden, oder b) in sich selbst durch das Berührende; der erstere Fall wird am deutlichsten bemerkt bei der Secretion (der für die Organismen am meisten characteristischen Thätigkeitsform, die schon Baco in Historia vitae et mortis Londin 1623. p. 452 etc. als solche anerkannte und durch Alimentation oder Nutrition bezeichnete), der leztere ist gegeben in allen Arten von Gährung, besonders aber in der Fäulniſs; vergl. Cap. VII. F.

6) Fassen wir nun die Hauptmomente der vorhergehenden Bemerkungen zusammen, und wenden wir sie auf die Unterscheidung der verschiedenen Natur-

wesen an, so finden wir, daſs die anorganischen Körper im Allgemeinen sich leidend verhalten, nur bewegt werden, sich aber nicht selbst zu bewegen vermögen; daſs es reine Producte sind, die alles in Allem der Möglichkeit nach für eine nicht selbst zu setzende Zukunft enthalten, und zu Bewegungen und Wandelungen ihrer Massen, nicht durch ihre innere Gleichartigkeit, sondern durch ihre äussere Verschiedenheit (Heterogeneität) gegenseitig bestimmt werden. Dagegen erscheint uns das Universum (der Weltorganismus) rücksichtlich seiner Thätigkeit als ein Wesen, welches bloſs beweget, ohne durch etwas Aeusseres bewegt zu werden: als reine Productivität, und in den einzelnen Organismen sehen wir beider Wesenheit geeint wiederkehren: sie sind theils selbstständig, theils leidend, Producte und Productivität zugleich, oder productive Producte. Die Bewegungen der Weltkörper (als der allgemeinste Ausdruck der Thätigkeit des Universums) treffen zunächst nur Aenderungen der Form, und sind daher nach den Denkgesetzen des menschlichen Verstandes a priori bestimmbar; und sehen dann der Bestätigung durch Erfahrungen entgegen; die Bewegungsmomente der anorganischen Natur, so wie die der Organismen müssen hingegen durch die Erfahrung ausfindig gemacht, und dann jenen Denkgesetzen zur Gleichung übergeben werden; um von uns erkannt zu werden.

§. 136.

Indem der werdende oder schon gegebene Organismus sich gegen seine Aussenwelt durch

organische Vertheilung (Secretion im Allgem.) wirksam zeigt, eignet er sich sehr häufig mittelst (der Form und der Mischung nach) sehr gleichartigen Gebilden, die ungleichartigsten Stoffe an, oder wandelt auch umgekehrt die gleichartigen Stoffe in sehr ungleichartige ferner assimilirungsfähige Gebilde um, nach bestimmten, in jedem wirksamen Gebilde (Organe) der Art ausgeprägten Zwecken. Eben so werden auch die der Wandelung in organische Masse widerstrebenden, und für die Oekonomie des Organismus nicht passenden Theile jener Stoffe, mit sehr ungleicher Qualität von öfters sehr gleichartigen Organen entfernt (Excretion). Beide Thätigkeitsverhältnisse sind von chemischer Anziehung durchaus verschieden (vergl. S. 680), und zeigen deutlich, daſs ein Princip innerer Zweckmâssigkeit (die organische Einheit selbst) der Grund einer solchen in den gleichartigen Organen vorhandenen verschiedenen Wahlanziehung sey.

1) Ist es irgend erlaubt von wirklicher Wahlanziehung zu sprechen, so ist dieses vor allen in der Secrètion der einzelnen Organe organischer Individuen der Fall. (Bei den vollkommeneren thierischen Organismen besteht nämlich die Wahlanziehung in einer mannichfach modificirten Drüsenfunction.) Am deutlichsten erscheint sie hier als Appetit; und die Function des Darmkanals (den man als die erste Drüse im Organismus betrachten kann, indem er im Wesentlichen mit allen Drüsen übereinkommt, und

nur dadurch abweicht, daſs die abzusondernde Flüssigkeit nicht aus einem schon vorhandenen organischen Fluido, dem Blute, wie dieses bei den übrigen Drüsen der Fall ist, sondern aus von aussen zugeführten Nahrungsstoffen entnommen wird; und daſs er diese Flüssigkeit, den Chylus, in den Organismus hineinführt, während die übrigen Drüsen ihre abgesonderten Stoffe aus dem Organismus entfernen), mittelst Mundhöle und Schlund (die allgemeinste Drüsenfunction (?) des Organismus) ist derjenigen ähnlich, welche die mit Poren versehenen Spitzen der Flocken, womit die innere Oberfläche der dünnen Gedärme bedeckt ist, gegen die Nahrungsstoffe üben, indem sie (gleichsam einem bleibenden Appetite zufolge) den Chylus daraus aufnehmen. Ueberhaupt hat diese Wahlanziehung in den organischen Poren lebender Organismen statt, nicht in den sogen. unorganischen (zum mechanischen durchlassen sich entfernender Gemische und Stoffe bestimmten). Bei den übrigen Drüsen sind es die Arterien, welche ihnen den abzusondernden Stoff zuführen, und die Venen welche ihn wieder dahin zurückführen, woher er kam. Beim Darmkanal werden die veränderten Nahrungsstoffe durch das Intestinum rectum abgeführt. Zwischen Zuführungs- und Abführungsorganen liegen eigenthümliche Gefäſsschlängelungen, in denen die eigentliche Sonderung vor sich geht. — Mundhöle und Anus kann man als die ersten mit willkürlichen Functionen versehenen organischen Poren betrachten, und jene zur Absonderung des Milchsaftes bestimmten Gefässe der Darmzotten (d. Ampullulae Lieberkühnii), so wie überhaupt die mit willkürlichen Functionen versehenen Poren der Gedärme und des

Magens, als ebenso viele kleine Schlünde und Mundhölungen. Nur ein merkwürdiger Unterschied findet zwisehen beiden noch statt, der einer kurzen Erörterung bedarf, nämlich, daſs die Functionen des Schlundes und Mundes mit Bewuſstseyn, jene der kleinen organ. Poren ohne Bewuſstseyn vorgehen. — Schon aus den früheren Betrachtungen über die Sinne (S. 14 ff.) wissen wir, daſs Bewuſstseyn über Gegenstände ausser uns, nur durch Sinnesgebrauch vermittelt wird; forschen wir aber diesem geheimen Verhältnisse vollkommener thierischer Organismen weiter nach, so ergiebt sich, daſs wenn der Geist zu jener Thätigkeit gelangen soll, durch welche er sich von Aussendingen unterscheidet, er es mit einer sinnlich wahrnehmbaren Mannichfaltigkeit zu thun haben müsse. Schwindet diese Mannichfaltigkeit, wie z. B. bei denen sich stets gleichen Verrichtungen des innern Organismus, so schwindet damit auch die Möglichkeit sich dieser Verrichtungen bewuſst zu werden. Der Chylus (der mit Galle und Speichel vermischte Nahrungsstoff) z. B. wirkt auf den Darmkanal und dessen Absonderungswerkzeuge stets auf dieselbe Weise; jedes Sinnesorgan wird hingegen auf mannichfaltige Weise afficirt, und gewährt um so lebhaftere Vorstellungen je mannichfaltiger die Eindrücke sind. — Unter den niederen Organismen sind es die Polypen, deren ganze Existenz fast nur in einer einfachen Drüsenfunction besteht, und die hierin den Darmzotten höherer Organismen am meisten ähneln.

2) Gewöhnlich erhält das Blut beim Durchgange durch die Drüsen einen Zusatz von Kohlenstoff, dessen Sonderung durch organische Functionen geschieht, die jedoch sehr häufig der chemischen Thätigkeit äh-

neln, und in der Lunge fast ganz unter der Form des chemischen Processes wirken; daher sind die Absonderungen dieser Drüse nicht von organischem Werthe (wie Galle, Schleim etc.) sondern shemische Producte, vergl. S. 648. Jede Drüse (so wie jedes Organ) hat gleichsam ein eignes Leben, dem zufolge sie nur in ihre Sphäre passende Productionen zuläſst, welches sich aber dem Gesammtleben des Organismus unterordnet, der als organ. Individuum sich nur zu behaupten vermag, in dem er seine ganze Aussenwelt in der Sphäre seiner Thätigkeit zu begreifen sucht, vergl. Darwins Zoonomie I. 87. So z. B. wird wahrscheinlich bei jeder Thätigkeit des gesunden Auges, ein Theil der Nervenmasse in Kohlenstoff gewandelt, der als Pigmentum nigrum, an die innere Oberfläche der Choricidea abgesetzt, und von der zottigen Oberfläche dieser Haut eingesogen, zum Herzen geführt und endlich in den Lungen ausgeschieden wird. Sofern der Kohlenstoff die Vegetabilität auf der niedrigsten Stufe der Entwickelung bezeichnet, deuten alle diese und ähnliche Sonderungen in den Animalien auf ein Bestreben hin, sich dessen zu entäussern was in ihnen einen fremden Werth, ein mehr passives und anorganisches Verhälthältniſs herbeiführen könnte. In dem Maase wie daher die Energie des thierischen Lebens vermindert wird, treten anorganische Thätigkeiten als überwiegend hervor; wohin z. B. die Umwandelung der irritablen Faser (dem eigentlichen Bewegung darstellenden Theile) in Fett, die Selbstverbrennungen (Combustiones spontaneae) etc. gehören. Die allgemeinste Drüse ist die Haut, deren Einsaugungsgänge die Enden der lymphatischen Gefässe sind, und deren

Ausdünstung durch unorganische Poren vermittelt wird, welche die durch chemische Zersetzung des Fettes entstandene Ausdünstungsmasse durchlassen.

3) Jede Drüse vollkommener Thiere und des Menschen hat ausser Arterien und Venen, noch Nerven und irritable Fibern (oder statt der lezteren rücksichtlich der Function ähnliche Gebilde), ihre organ. Bewegungen erfolgen wie im ganzen Organismus durch irritable Fibern, und werden (wie die Bewegungen in diesen) durch Nerven dirigirt. Ob Nerv und Muskel vermöge ihres electrischen Gegensatzes (510 etc.) die Contractions- und Expansionsorgane sind, oder ob diese Bewegungsverhältnisse vielmehr dadurch begründet (und vom electr. Gegensatz bloſs begleitet) werden, daſs zuvörderst durch individuelle Assimilationskraft des Organismus mit Beihülfe der Nerven, aus dem Blutstoffe jener Faserstoff gebildet wird, der Zellstoffgefässe füllend überhaupt das die irritable Fiber bildende ist, und nun nach dieser Bildung und zugehörigen (jetzt für den Moment erloschenen) Nerventhätigkeit, chemischer Proceſs eintritt, der den Faserstoff zum Theil in Fett umändert, wodurch die Fiber ausgedehnt wird (welches Fett durch Wiedereintreten der organischen Functionen, in das benachbarte Zellgewebe getrieben, den minder erschlaften Muskel zurückläſst)? oder ob andere noch unbekannte Veränderungen dabei obwalten, ist nicht entschieden. So viel ist gewiſs, daſs der Nerve das die Muskeln zur Bewegung Bestimmende ist, welches (das Ich des Menschen mit der Aussenwelt in Verbindung setzend) entweder nach bestimmten unveränderlich gegebenen Regeln, oder nach Willkür die einzelnen Functionen höherer Organismen einleitet, und erhält.

Der Nervenstoff (der Zellgefässe füllend die Nervenfaser darstellt und wahrscheinlich aus dem Blute in der Substantia corticalis des Gehirns abgesondert wird) ist ebenfalls einer gedoppelten Thätigkeit und daraus folgenden Veränderung fähig; einmal indem er durch chem. Proceſs in Kohlenstoff (der ins Blut übergehet, vergl. oben), und durch Assimilation des animal. Individuums in Zeugungsstoff (der durch besondere Gefässe dem Hirne zu, und von da wiederum ins Blut abgeführt zu werden scheint, um entweder beim Manne in den Hoden sich zu sondern, beim Weibe aber den Theil des weibl. Blutes zu bilden, welcher zur Bildung des Nervensystems des künftigen Fötus erforderlich ist, oder zur neuen Nervenbildung beizutratragen?) gewandelt wird. Bei Eindrücken von Aussen scheint zuerst der chemische Proceſs im Nerven einzutreten, bei blosser Selbstthätigkeit des denkenden Individuums hingegen zuerst der individuelle Assimilationsproceſs? — Ueber Turgor vitalis, über Association etc. mündlich.

4) Das Nervensystem an sich representirt im Allgemeinen das freiere, beseeltere sensorielle Leben (im Gegensatz des bloſs auf Aufnahme und Ausscheidung hinausgehenden vegativen Lebens) der Organismen. Bei vollkommeneren Thieren ist es in ein eigenes organisches Ganze, im Gehirne vereinigt, dessen Centralkraft die einzelnen Nerven hervorrief und erhält; und je höher ein Thier in seinen thierischen Fähigkeiten hinaufsteigt, je mehr es sich die Aussenwelt unterordnet; und je mehr Zwecke es mithin gleichzeitig oder in schneller Folge vereinigen muſs, desto mannichfaltiger, gedrängter und verbundener werden seine Gehirnorgane, und desto leichter

werden die den verschiedenen Zwecken entsprechenden Veränderungen des vegativen Lebens bewirkt. Je mehr sich eines (oder einige) der Gehirnorgane, die anderen unterordnet und diese erst durch jenes zur Thätigkeit bestimmt werden, um so mehr wird das sensorielle Leben nur in Bezug des einzelnen Organs und seines Zweckes entwickelt, um so mehr nähert es sich dem vegetativen Leben, und statt des sensoriellen Bewufstseyns, erscheint Instinkt. Wie sich die sensoriellen Lebensthätigkeiten zu den vegetativen im Thiere verhalten, so verhält sich das rein geistige Leben zum sensoriellen im Menschen, und so scheinen sich auch geistiges Bewufstseyn zum sensoriellen, Vernunft, Verstand und Urtheilskraft zur Thätigkeit der Gehirnorgane, der äusseren Sinne, des Gemeingefühls und zur Apperception zu verhalten, wie sich diese zum Streben zur Zweckmässigkeit, zum Reiz und zur Erregung im vegetativen Leben verhalten; und wie im geistigen Leben die Wiederkehr des geistigen Bewufstseyns als Grundsatz gegeben ist, so die Wiederkehr des sensoriellen Bewufstseyns als Gedächtnifs. In jedem Thiere ist sensorielles und vegetatives Leben gegenseitig bedingt und vereint, und auch in dem unvollkommensten läfst sich keine absolute Trennung beider nachweisen.

5) Das vegetative Leben fafst die Möglichkeit in sich, sich selbst in steter Zweckmässigkeit zu entwickeln, oder das Vermögen der Selbstproduction, die daher als Grundfunction des organ. Lebens überhaupt erscheint; und in einem steten Subordiniren der Thätigkeit unter die Form besteht, während in der Irritabilität der Versuch die Form der Thätigkeit unterzuordnen dargestellt wird. In beiden Verhältnissen

ist das Streben ein zweckmässiges Ganze zu seyn (welches überhaupt organ. Individuen charakterisirt, vergl. oben) unverkennbar ausgedrückt, und beide sind nicht bloſs im individuellen Ganzen als Gesammtorganismus sondern auch in den einzelnen Theilen des Individuums gegeben. Wird daher ein organisch lebender Körper getheilt, so behauptet jeder Theil jenes Streben so lange, als er vermöge der ihm gebliebenen Organe das Abgehende ersetzen, und das Untaugliche wegschaffen kann; fehlen die dazu nöthigen Organe, so stirbt der Theil ab. Wird hingegen durch die beibehaltenen Organe das Fehlende möglichst ersetzt, so nennt man dieses nach den Gesetzen der organischen Vertheilung fortgesetzte Verhältniſs schon begründeten organ. Lebens: Reproduction. Fassen wir die Reproduction als ein Vermögen, und die Irritabilität als Thätigkeit auf; so ist die Idendität beider, die organ. Wirksamkeit in der wechselsweisen Aufnahme von Form und Thätigkeit d. i. in der Sensibilität gegeben. Aus der Gesammtthätigkeit des Organismus resultirt die ihm eigenthümliche Temperatur (S. 648). — Das ausgezeichnetste Moment im Leben der Pflanzen (die darin den anorganischen Körpern ähneln, daſs sie äusserlich mannichfaltig, innerlich mehr gleichartig erscheinen, diese Mannichfaltigkeit jedoch durch eigne Kraft der inneren Einheit ihrer Functionen begründen und verändern) besteht in vorwaltender auf ihre organische Einheit (als Grundthätigkeit) periodisch bezogener Selbstproduction (Metamorphose); das ausgezeichnetste Moment im Leben der Thiere (in denen innere Mannichfaltigkeit der Functionen mit äusserer Einheit der Organe gegeben ist) ist der Kampf mit der Masse und

Production. (Das Pflanzenleben charakterisirt sich durch Naturnothwendigkeit; das Thierleben durch Freiheit; und das Menschenleben durch Bewufstseyn, in welchem Nothwendigkeit und Freiheit eins sind. (Reproductionstrieb mit Bewufstseyn verknüpft, ist Hunger.) — Ueber die Reproduction der Thiere (z. B. bei den Larven der Agrien und bei dem flügellosen Insecte: Scolopendra morsitans etc.); über den von Blumenbach angenommenen Bildungstrieb und Triebe im Allgemeinen; über den aus den einzelnen Thätigkeitsverhältnissen sich ergebenden Unterschied der Pflanzen und Thiere und der sogen. Afterorganismen mündlich; über den aus der Gestaltung abzuleitenden Unterschied animalischer und vegetabilischer Organismen in der Folge. — Die nähere Bestimmung der Gesetze des Pflanzen- und Thierlebens gehören für die Physiologie, vergl. S. 27.

6) Jede Abweichungen der Lebensthätigkeiten vom Hauptzwecke der Sicherung des einzelnen Organismus gegen seine Aussenwelt nennt man Leiden und unterscheidet dieses von der Förderung jenes Normalzwecks durch wohlthätig wirkende Reize. Durch Leiden einzelner Organe, entsteht partieller oder allgemeiner Zustand gestörter Zweckmässigkeit des Organismus d. i. Krankheit. — Ueber den Unterschied zwischen Nährung und Arznei; zwischen Krankheit und Anlagen die der ganzen Art gemein sind, oder die sich bei neugezeugten Individuen als wiederkehrende, angeerbte Veränderungen zeigen, und zu Abarten führen; oder auch dem einzelnen Individuum durch Gewohnheit eigen werden. Ueber Veränderungen durch unmittelbare Einwirkung auf die organische Einheit des Individuums (Ansteckun-

gen, epidemische Veränderungen, Wirkungen der Arzneimittel und Gifte); über das Leitungsvermögen der anorganischen und organischen Körper für Contagien und specif. Gifte; über saure Räucherungen, über die relative Unzerstörbarkeit einiger Ansteckungsstoffe (welche Gährung und Entmischungen ohne Verlust ihrer nachtheiligen Eigenschaften erleiden können). — Die weitere Untersuchung des organischen Processes und seiner mannichfaltigen Modificationen, gehört für die Physiologie im engeren Sinne, vergl. S. 31. — Ausserdem sind zur näheren Belehrung über die einzelnen Gegenstände dieses Cap. die S. 11. 18. 21. 81. 529—530 angef. Schriften zu benutzen.

§. 137.

Indem wir uns schon in den lezten §§. des ersten Cap., von den Untersuchungen des allgemeinen Bestehungsgrundes materieller Wesen, von der Schwere als allgemeinstes Anziehungsphänomen, zur Nachforschung derjenigen Ursachen wendeten, welche jene Veränderungen und Verschiedenheiten hervorbringen, die wir mit Hülfe unserer Sinne an den einzelnen Stoffen und Körpern wahrnehmen, und indem wir uns bemühten das Gemeinsamere von dem Besonderen trennend, durch genaue Beachtung der Ausnahmen, die speciellen Bestehungs- und Veränderungsgesetze materieller Wesen kennen zu lernen, stiessen wir häufig auf gewisse Sinnesverhältnisse zur Aussenwelt, die an und in den Körpern nur durch immaterielle Einflüsse hervorzugehen scheinen, und

uns mehr als irgend eine der anderen Naturerscheinungen (die Functionen organisirter Wesen ausgenommen) daran verhinderten, die Natur, für die Zeit der Untersuchung als etwas bloſs Gegenwärtiges, nicht in fortschreitender Entwickelung Begriffenes zu betrachten. Es sind dieses die Phänomene des Lichtes und der Wärme, deren Untersuchung uns jetzt um so leichter werden dürfte, da wir bereits früher Gelegenheit gehabt haben, besonders in den vier vorhergehenden Cap., die Bedingungen ihres Entstehens, zum Theil auch die ihres Verschwindens kennen zu lernen. Da ferner diese Phänomene sich unseren Sinnen als Bewegungsverhältnisse darstellen, die rücksichtlich der Richtung und des Erfolgs für die Materie in der sie sich zeigen, der Schwere relativ entgegengesetzt, nämlich ausdehnend sind. so werden wir ohnstreitig unsre Erforschung über die Natur dieser Phänomene um so mehr vorbereiten, wenn wir uns nochmals zur Untersuchung der in oscillirender (vergl. 144) Bewegung sich befindenden (elastischen) Körper wenden, indem wir hier die Gesetze aufsuchen, nach denen mit Contraction abwechselnde Ausdehnung in verschiedenen Körpern hervorgebracht, verändert und modificirt wird. Einstweilen vergl. man noch S. 14—17. 66. 80—81. 83. 141—142. u. f.

DRITTER THEIL.

UNTERSUCHUNG DER ALLGEMEINSTEN AUSDEHNUNGSPHÄNOMENE.

DRITTER THEIL.

IX. CAPITEL.

VON DEM SCHALLE.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung des Schalles.

§. 138.

XXXXII. Vers. An einer schallenden gläsernen Glocke, die frei schwebend nur in ihrem Gipfel befestigt ist, lasse man mittelst eines dünnen Fadens, ein Siegellakkügelchen so herabhängen, daſs es die Glocke berührt, so lange die Glocke tönt wird das Kügelchen pendelartig hin und her schwingen, und berührt man die Glocke leise mit einem Finger, so wird man die schwingende Bewegung der Glasmasse sehr deutlich fühlen.

1) Es zeigt dieser Versuch, daſs die Bewegung schallender Körper nicht bloſs dem Gehöre, sondern auch dem Gesichte und Gefühle bemerkbar gemacht werden kann; dasselbe wird theils im gemeinen Leben an klirrenden Fenstern, zitternden Wänden und Häusern etc. sehr häufig wahrgenommen,

theils kann es auch auf sehr mannichfaltige Weise, durch Versuche die im Wesentlichen mit dem obigen übereinstimmen beobachtet werden. Zu den auffallendsten Erscheinungen dieser Art gehören folgende: a) fühlbare Erschütterung der Luft am Ende einer grossen Orgelpfeife, wenn man die flache Hand über die Oeffnung der Pfeife hält; b) sichtbare Erschütterung des in einem Kelchglase oder in einer Glasglocke befindlichen Wassers, Weines etc., wenn der Glasrand gestrichen wird; sichtbare Bebung der in der Luft schwimmenden, vorzüglich beleuchteten Rauch- oder Staubtheilchen, in Zimmern worin Musik gemacht wird etc. Tröpfelt man etwas reines Wasser auf eine Glasscheibe, die mit den Fingern, oder noch besser mittelst eines eigenen Stativs durch eine Schraube gehalten wird (vergl. Taf. III. Fig. 16.). und streicht dann den Rand derselben mit einem Violinbogen, so geräth das Wasser nach entgegengesetzten Richtungen in deutliche wellenförmige Bewegungen, bestäubt man zuvor das Wasser mit Bärlappsaamen, so werden die kleinen Staubtheilchen auf dem schwingenden Wasser in ähnlichen Richtungen auseinander geworfen, sich theils netzförmig durchkreuzend, theils verschiedenen krummlinigten Richtungen folgend, die sie auch nach dem Aufhören des Klanges beibehalten. Bei einer langen gespannten schwingenden Saite, kann man die Schwingungen sehen und wenn sie so langsam von Statten gehen, dafs man nichts hört, auch zählen. Läfst man (nach Young vergl. Transact. philos. 1800. S. 135) auf eine von den tiefsten Saiten eines viereckigten Pianoforte, um welche ein feiner Silberdrath spiralförmig gewunden ist, einen concentr. Lichtstrahl durch ein Fenster

so darauf fallen, daſs wenn die Saite aus dem gehörigen Gesichtspuncte betrachtet wird, der Strahl klein oder schmal, glänzend und vollkommen alle Gewinde des Drathes bescheine, so werden die erleuchteten Puncte der zuvor in Schwingung gesetzten Saite (welche dabei der Saite eine Aehnlichkeit mit einer in die Runde gedrehten glühenden Kohle geben), die Richtungen der Schwingungen bezeichnen, und dem Auge eine Lichtlinie darstellen, die mit Hülfe eines Microscops sehr genau beobachtet werden kann.

2) Erst wenn eine schwingende Saite 30—32 Schwingungen in einer Secunde macht, fängt der Ton an, für das menschliche Ohr hörbar zu werden; es ist dieses der tiefste hörbare Ton, so wie der höchste hörbare derjenige ist, der durch 7552 Schwingungen in einer Secunde entsteht. Da wir der Erfahrung gemäſs in einer Secunde ohngefähr nur 8—9 zu zählen vermögen, so folgt, daſs wir auch selbst bei dem tiefsten hörbaren Toue, die Schwingungen nicht abzählen und uns nicht durch die Bestimmung der Zahl der einzelnen Zeiträume jeder Schwingung der Tiefe oder Höhe des Tones bewuſst werden, und mithin über die absoluten Geschwindigkeiten der Schwingungen, durch das Gehör nicht unmittelbar zum Bewuſstseyn gelangen. Uebrigens gilt die Hörbarkeit jener langsamen und schnellen Schwingungen nur für das gesunde Gehörorgan der meisten Menschen, und wohl ist es möglich, daſs andere hörende Wesen noch weit langsamere oder weit schnellere Schallschwingungen mit Wohlgefallen zu vernehmen vermögen.

3) Das Werkzeug des Gehörs (Auditus) ist das sehr mannichfach zusammengesetzte Ohr (Auris),

welche in jeder Hälfte unseres Körpers mit dem Gehörnerven (Nervus acusticus) verbunden ist. Das äussere Ohr besteht aus einer gekrümmten hohlen (mit einer stark und fettlos aufliegenden Fortsetzung des Fells überzogenen) Knorpelscheibe, die vorzüglich dazu dient, mehr Schallstrahlen in das innere Ohr zu leiten, als durch eine blosse Oeffnung hineinfallen würden. Das mittlere Ohr liegt in einem sehr dichten harten Knochen (dem sogen. felsigten Theile Os petrosum des Schläfenbeins): ein cylindrischer Kanal der Gehörgang (Meatus auditorius), führt auf ein dünnes straff gespanntes Häutchen das Trommelfell (Membrana tympani), welches ihn von der weiten und ungleichen knöchernen Trommelhöhle oder Pauke (Cavitas tympani s. Tympanum) scheidet. Diese ist mit Luft gefüllt, welche mit der im Munde befindlichen Luft durch die Eustachische Röhre (Tuba Eustachii) Gemeinschaft hat. In der Pauke liegen die vier Gehörknöchelchen (Ossicula auditus): der Hammer (Malleus) steckt mit seinem Handgriffe (Manubium) am Paukenfelle; an seinem Kopfe ist der des Ambosses (Incus) und an dessen langen Schenkel das Knöpfchen des Steigbügels (Stapes) eingelenkt, welches mit dem linsenförmigen Knöchelchen (Ossicul. lenticulare) verbunden ist. Die innere Wand der Trommelhöhle ist mit zwei Oeffnungen versehen, wovon die eine obere, das eiförmige Fenster (Fenestra ovalis), die andere untere, das runde Fenster (Fenestra rotunda) genannt wird; jenes bedeckt der Grund (Basis) des Steigbügels, dieses eine eigne Haut. Das eiförmige Fenster führt aus der Pauke in das innere Ohr, und zwar in denjenigen Theil,

den man den Vorhof (Vestibulum) des Labyrinthes nennt. Dieser mittlere Theil des Labyrinthes besteht aus einer rundlichen knöchernen Höhle (worin zwei häutige Säckchen eingeschlossen sind) und hat hinter sich die drei Bogengänge (Canales semicirculares, cylindrische gekrümmten knöchernen Kanäle, deren jeder einen häutigen Kanal in sich schliefst) und vor sich die Schnecke (Cochlea, ein einem Schneckenhause ähnelndes, knöchernes Behältnifs) die einen zweifachen, durch ein gewundenes Blatt (Lamina spiralis) getheilten, Kanal von dritthalb Windungen enthält, und auf jenem Blatte mit einem zarten Häutchen überzogen ist. Die Windung der Schnecke des rechten Ohrs geht rechts, die des linken links. Der Gehörnerve tritt durch ein eignes Loch (Sinus acusticus) zum Labyrinthe, sein Mark in den häutigen Säckchen des Vorhofs, den häutigen Kanälen und dem Häutchen des gewundenen Blattes verbreitend. Diese sämmtlichen Häutchen (so wie ihr zugehöriges Nervenmark) sind auf beiden Flächen mit einer wässrigen Feuchtigkeit (Aquula Cotunnii) umgeben, die durch zwei zum Theil knöcherne Gänge, wovon einer im unteren Schneckengange, der andere im Vorhof anfängt, durch die Wasserleitungen des Cotunni abgeleitet wird. Die wässrige Feuchtigkeit dient vielleicht dazu, theils zu heftige Erschütterungen des Nervenmarks zu verhüten, theils bestimmte Grade electrischer Spannungen in demselben einzuleiten und zu erhalten; indem jede Schallschwingung mit Electricitätsentwickelung verbunden zu seyn scheint; vergl. Ritter in den Fragmenten aus dem Nachlafs etc. im Anhange daselbst, und Oersted in Gehlens Journ. f. Chemie,

Phys. u. Miner. VIII. 247 ff. u. S. 548 dies. Grundr. Unter den Thieren (wenn man die Windungen der Schnecke bei den Säugthieren abrechnet) scheinen die Vögel den ausgebildetsten Hörsinn zu besitzen, und ihr Gehörorgan gleichsam durch die gewöhnlich hohlen Knochen fortzusetzen. Die Vögel wie die Säugthiere haben offne äussere Ohren, welche den Amphibien und den Fischen fehlen. In den Thieren ohne Rückgrat hat man nur in den Krebsen, Afterspinnen, und einigen Sepien, z. B. in dem Dintenfisch (Sepia offic.), in der Seekatze (Sepia loligo) und dem Polypus (Sepia octopus) unvollkommene Gehörorgane aufgefunden. — Thiere mit grösseren elastischen und beweglichen Ohren übertreffen an Schärfe des Gehörs den Menschen, welches im Allgemeinen bei geringerer Vollkommenheit und Zusammengesetztheit des inneren Organs abnimmt.

4) Zur Verstärkung des einem schwach hörenden Ohre nahe seyenden Schalles, dient das Hörrohr (Tuba acustica): eine hohle, kegelförmige (besser an den Enden gebogene) Röhre, von etwa 1—2 Fuſs Länge. Die engere Mündung, die nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hat, wird in den äusseren Gehörgang gebracht, die weitere 2—4 Zoll und drüber im Durchmesser haltende, zum Auffangen der Schallstralen bestimmte Mündung, gegen den schallenden Körper oder gegen die sprechende Person gerichtet. Man hört den Schall stärker, aber weniger deutlich. Verdichtung der eingeschlossenen Luft (durch das Hineinsprechen des Redenden in die weite Mündung) und Zurückwerfung der Schallstralen (146—147) von den Seitenwänden des Instruments, scheinen vorzüglich die Verstärkung des Schal-

les zu begründen. Da das Ohr mit seinen Haupttheilen nach den Regeln der Parabel entwickelt ist, so dürfte vielleicht die Construction der Hörröhre nach der Form der Parabel die zweckmässigste seyn.

5) Verstopft man das eine Ohr, und bleibt bei verbundenen Augen stets in einerlei Stellung, so scheint der Schall, er werde erregt, wo man wolle, immer von der Seite des offenen Ohrs herzukommen, und zwar von dem Orte, welcher dem Ohre gerade gegenüber liegt, d. i. in der acustischen Achse des Ohrs. Behält der fortdaurende Schall dieselbe Stärke, und dreht man nach und nach den Kopf gegen alle Puncte des Horizontes, so wird der Schall bald stärker bald schwächer vernommen, je nachdem die acustische Achse des offenen Ohrs sich der Richtung des Schalles nähert, oder sich von derselben entfernt, und die Empfindung ist am stärksten, wenn die acustische Achse mit der Richtung der Schwingungen zusammen trifft. Man kann also auf diese Art durch ein einziges Ohr die wahre Richtung des Schalles entdecken, die bei beiden geöffneten Ohren, aus der Ungleichheit der durch ein Ohr mehr als durch das andere gegebenen Empfindung erkannt wird. (Venturi in Voigts Magaz. II. 1s St.) Zur Bestimmung der Richtung entfernter Schalle, ist die willkürliche Beweglichkeit des äusseren Ohrs (welche man bei den Thieren und auch bei denen im Naturzustande lebenden Menschen antrifft) wahrscheinlich von bedeutendem Nutzen.

6) Vergl. Dr. E. F. F. Chladni's Acustik. Mit Kupfern. Leipzig 1802. 4.; wo man zugleich die vollständige Literatur dieses Theils der Physik findet. Die Wissenschaft die vom Schalle handelt, wird über-

haupt Acustik (von ακουειν hören) oder Phonik (von φωνη Stimme, Laut, Ton) genannt, und die meisten übrigen in der Lehre vom Schall angenommenen Kunstausdrücke, sind von diesen Wörtern hergenommen; z. B. Diacustik d. i. die Lehre vom gebrochenen Schalle, Katacustik die Lehre vom gebogenen Schalle, Otacustik die Lehre von den verschiedenen Arten den Gehörsinn zu verstärken oder ihm zu Hülfe zu kommen.

B) *Von der Erregung, Verstärkung und Fortpflanzung des Schalles.*

§. 139.

Jede Schallschwingung eines elastischen Körpers wird zuförderst durch eine von aussen kommende Bewegung veranlafst, — indem er die zunächst an der berührten Stelle in seiner Gestalt und Raumerfüllung hervorgebrachte Veränderung wieder herstellt, und dadurch in seinen übrigen Massentheilen bewegend fortwirkt, gelangt er zur Schallschwingung; deren Energie von der Grösse der schwingenden Masse und deren specifischen Elasticität, und von der Geschwindigkeit des schallenden Körpers abhängt.

1) Ueber Entstehung und Fortpflanzung des Schalles im Allgemeinen vergl. S. 144—148 u. Ch. F. Wünsch Nachricht von einem Versuch, welcher lehrt, dafs der Schall durch feste elastische Körper unendlich geschwind, oder doch eben so geschwind als das Licht, sich bewegt; in der Samml. der deutschen Abhandl.,

welche in d. kön. Academ. d. Wissensch. zu Berlin vorgelesen worden. Berlin 1793. 4. S. 187 ff. — Die Fortpflanzung des Schalles durch contractile feste Körper, geschieht zwar sehr geschwinde, wenigstens weit geschwinder als durch die Luft (vergl. S. 144 d. Grundr.), aber wahrscheinlich doch nicht so schnell, als die des Lichtes durch durchsichtige Medien. Die Stärke (Intensio) des Schalles nimmt bei der Verbreitung desselben ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt; vergl. S. 145—146.

2) Gewöhnlich ist es die atmosphär. Luft, welche den Schall aufnimmt und fortpflanzt (Schallwellen, Undae sonorae), und schon früher (S. 335) fanden wir, daſs dünnere Luft den Schall mit geringerer Stärke verbreitet, als dichtere, und dasselbe gilt auch von der eingeschlossenen kalten Luft verglichen mit der eingeschlossenen wärmeren; denn in beiden Fällen ist die Elasticität der Luft grösser. Dahin gehört auch die Bemerkung, daſs bei übrigens gleichen Umständen ein Schall, z. B. der einer Glocke, dort weiter gehört wird, wo die Luft dichter ist (z. B. in Thälern), als dort wo sie dünner ist (z. B. auf Bergen). Feuchter Dunst, Regen, Schnee etc. vermindern die Intensität eines Schalles, während sie durch Trocknifs erhöht wird. Nach Priestley nimmt die Stärke des Schalles in Gasen von verschiedener Dichtigkeit, wie diese zu; der Schall einer im Wasserstoffgase eingesperrten Glocke, war fast so wenig hörbar, als in der Guerikeschen Leere (335): im Sauerstoffgase und im kohlensauren Gase mehr als in gemeiner Luft. Chladni a. a. O. §. 206. — Roerbucks Beob. im Windgewölbe der Devoner Oefen; in Gilberts Ann. IX. 50. ff.

3) Perolle's Vers. (Gilbert III. 168—178) haben gezeigt, daſs die Stärke des Schalles mit zunehmen der Dichtigkeit wachse, und daſs, wenn mit dieser Dichtigkeit auch die Elasticität zunimmt, zugleich die Fähigkeit des schallenden Körpers den Schall fortzupflanzen ebenmässig erhöht werde. Den Schlag einer in der Luft an einem Faden aufgehängten Taschenuhr hörte P. auf 8, im Weingeiste auf 12, im Terpentinöl auf 14, im Olivenöl auf 16, im ausgekochten Wasser auf 20 Fuſs Ferne. Aehnliche Versuche haben auch Hawkskee und Alderon angestellt.

4) Zugleich beweisen diese Versuche die Fähigkeit tropfbarer Flüssigkeiten den Schall fortzupflanzen; die wahrscheinlich von jener besonderen Art contractiler Elasticität abgeleitet werden muſs, welche durch die Cohäsion (in der Tropfenbildung) begründet wird; vergl. S. 273. Fernere Beweise dieser Fähigkeit gewährt der Gebrauch den Fische und Amphibien von ihren Gehörorganen im Wasser machen; das Locken zahmer Fische durch Glocken; die Hörbarkeit des Schalles der unter Wasser zusammenschlagenden elffenbeinernen Kugeln; das Hören der Taucher unter Wasser etc. — Nach Nollet und Muschenbroek ist ein Schall hörbarer und verbreitet sich weiter, wenn er sich erst einer tropfbaren Flüssigkeit und dann der Luft mittheilt, als umgekehrt.

5) Mit der grösseren Geschwindigkeit der Schallbewegung in festen Körpern (s. oben) nimmt auch die Stärke zu; vergl. Perolle a. a. O. 168. Je dichter und gleichartiger die Masse des schallenden festen Körpers ist, um so heftiger ist auch der Schall desselben; vorzüglich wenn man das Ohr unmittelbar

mit einem solchen Körper in Verbindung setzt; vergl. Jo. Jorissen diss. in qua explicatur nova methodus, surdos reddendi audientes. Halae 1757. — Verstopft man eines der Ohren mit einem Finger, während man das andre fest an das eine Ende eines langen Stabes andrückt, und an das entgegengesetzte Ende desselben eine Taschenuhr hält, so wird man das Schlagen der Uhr — auch bei der gröſstmöglichen Länge des Stabes — deutlich hören. Dasselbe wird erfolgen, wenn man beide Ohren zuhält, und die Zähne, oder die Schläfe, an das Ende des Stabes hält. Statt des Stabes kann auch ein Stück Zimmerholz, ein Marmorpfeiler etc. dienen; so wie auch statt der Uhr, nur am entgegengesetzten Ende geschabt zu werden braucht. Schwer hörende Personen hören die Töne eines Klaviers besser, wenn sie ihre Zähne mit irgend einem festen Theile desselben in Berührung setzen. Zieht man bei zugehaltenen Ohren die Schlinge einer Schnur, an deren anderes Ende man einen silbernen Löffel gebunden hat, über den Kopf und die Hände, bückt sich dann ein wenig, so daſs das mit dem Löffel verbundene Schnurende vorn herab hängt, und schlägt nun mit dem Löffel an irgend etwas, so hört man einen Schall, der dem einer grossen Glocke ähnelt. Legt man eines der Ohren auf die Erde, so hört man entfernte Schalle besser; Hube will auf diese Art Kanonenschüsse in einer Entfernung von 20 deutschen Meilen gehört haben. Nach Chladni gehen auch artikulirte Schalle (Laute) durch feste Körper, ohne unverständlich zu werden.

6) Ohnerachtet im Allgemeinen angenommen werden kann, daſs sich die Schallschwingungen sphärisch fortpflanzen (146), so lehrt doch die Erfahrung, daſs

der Schall nicht in jeder Richtung gleich deutlich und stark vernommen wird. Befindet man sich in der Richtung des Schusses einer abgeschossenen Kanone, so hört man den Knall stärker, als wenn man sich in der entgegengesetzten Richtung befand. — Die Einrichtung der gewöhnlichen redenden Figuren, Ciceroskopfe etc. — Das unsichsbare Mädchen des Prof. Schauer, wobei vielleicht (ausser der Schallleitung durch Luft und durch feste Körper) Bauchrednerkünste mit im Spiele sind. -- Winde verändern die Geschwindigkeit und Stärke des Schalles beträchtlich; weht der Wind in der Richtung des Schalles einer Person zu, so hört sie den Schall früher und in grösserer Ferne als bei ruhiger Luft, und noch besser als bei abwehender Richtung des Windes. Befindet sich zwischen dem schallenden Körper und der Person eine ebene Fläche, besonders ruhiges Wasser, so kann man sehr entfernte Laute (z. B. das Sprechen anderer Menschen) deutlich vernehmen; vorzüglich in windstillen Winternächten. Bäume, Häuser, Hügel etc. wogende Ströhmungen des Wassers etc. legen dagegen der Schallverbreitung nach Hauptrichtungen mehr oder weniger bedeutende Hindernisse in den Weg. — Starke und anhaltende Schalle, z. B. das Schlagen der Hämmer, Abfeuern der Kanonen etc. ermüden das Ohr, und können öfters (wenigstens eine Zeit dauernde) Taubheit hervorbringen. Merkwürdig ist es, daſs Personen welche dergleichen anhaltende Schalle gewohnt sind, das, was man ihnen sagt besserten unter dem gewohnten Geräusche, als entfernt von demselben hören.

7) Bekanntlich sieht man den Blitz beim Gewitter oder an einem in beträchtlicher Ferne abge-

schossenen Feuergewehr *eher* als der Donner oder Knall vernommen wird, woraus folgt *dafs sich der Schall langsamer durch die Luft bewegt als das Licht*, indem unter obigen Umständen beide zu gleicher Zeit entwickelt werden. Diese Zeit nun welche zur Fortpflanzung des Schalles durch die Luft erfordert wird, ist von mehreren Physikern gemessen worden; wobei sich zuvörderst zeigte, dafs die Bewegung des Schalles gleichförmig ist (106), und mithin in gleichen Zeiten, gleiche Weiten durchlaufen werden. Ist nun die Entfernung z. B. zwischen der Kanone und dem Beobachter nach Fussen berechnet, so darf man nur diese durch die Zahl der (zwischen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Knalles) verstrichenen Secunden dividiren; der Quotient zeigt dann die Grösse der Geschwindigkeit des wahrgenommenen Schalles, oder wieviel Fufs er in der Secunde durchläuft. Die Geschwindigkeit des Schalles beträgt in *einer* Secunde nach denen von

Gassendi	in Frankreich angest. Beob.	1473	par. Fufs.
Mersenne	- - - - - -	1380	— —
Cassini, Huygens u. a.	- - -	1172	— —
Cassinini, de Thury,	- - -	1038	— —
Moraldi, la Caille	- - -	1041	
d. Florent. n. Acad.	in Italien - -	1185	— —
Flamstead, Derham u. Halley	- Engelland - -	1070	— —
de la Condamine	- Cayenne - -	1101	— —
Derselbe	- Peru - -	1050	— —
Joh. Tob. Mayer	- Deutschland -	1037	— —
G. C. Müller	- - - - - -	1040,3	— —

8) Jene Beobacht. eines Cassini, Moraldi, la Caille, J. T. Mayer und G. E. Müller scheinen

die vorzüglichsten zu seyn; vergl. Mém. de l'Acad. de Paris 1738 u. 1739. Voigts Mag. VIII. 170. Diesen Beob. zufolge nimmt man etwa 1040 Par. Fuſs, als die Weite an, welche der Schall in einer Secunde durchläuft; und man kann daher die Entfernung eines Ortes, z. B. beim Lösen des Geschützes, beim Donner, beim Zerspringen einer Feuerkugel ungefähr schätzen, wenn man die Zeit zwischen Lichserscheinung und Schallhörung nach einer Secunden- oder Tertienuhr abzählt; vergl. oben. — Ueber Roberts, Boyle, Walker, Mersenne, Derham, Flamstead, Halley, Bianconi, Condamine u. a. Beob. vergl. Philosoph. Transact. N. 209. 247. — Neuton (Arithmet. universal. Probl. 50.) und Kästner (dessen mathem. Abhdl. IV. Erfurt 1794.) lehren, wie aus der Zeit, welche zwischen dem Augenblicke da man einen Stein in einen Brunnen wirft, und dem, wo man den Schall hört, die Tiefe des Brunnens bestimmt werden könne. — Nach Halley verhält sich die Wellenbewegung des Wassers zu der Bewegung des Schalles wie 1 zu 865. Aenderung der Geschwindigkeit durch verschiedene Temperatur der Luft; vergl. Kramps Geschichte d. Aerostatik, Strasburg 1784. Anhang 1786. — Eine Stimmgabel bis 80° R. erhitzt, giebt eine Note an, die fast um einen halben Ton tiefer ist, als die welche sie angiebt, wenn sie in Eis abgekühlt worden. Möglicher Einfluſs auf die Geschwindigkeit durch die Lage des Beob. Ortes rücksichtlich der geogr. Breite. — Chladni a. a. O. III. Thl. §. 191 etc.

9) Wahrscheinlich ist das Fortpflanzungsvermögen für den Schall, in den verschiedenen Atmosphären der Planeten verschieden, wir können dieses aus

der verschiedenen Heftigkeit und Schnelligkeit der atmosphärischen Bewegungen schliessen; es sind nämlich die heftigsten Bewegungen in der jetzigen Erdatmosphäre 12 — 13 mal langsamer als die des Schalls, während die atmosphärischen Bewegungen auf mehreren von der Sonne entfernteren Planeten, die Schallgeschwindigkeit in unserem Luftkreise um 7 — 11 mal übertreffen.

10) Da es unmöglich ist, sich eine solche Strecke anderer elastischer Flüssigkeiten zu verschaffen, als nöthig ist, um über die Schallgeschwindigkeit in ihnen durch Versuche etwas bestimmtes auszumitteln, so bediente sich Chladni zu dieser Absicht folgender sinnreicher Methode; er untersuchte um wieviel der Ton einer Pfeiffe, die mit einem und demselben Gase gefüllt und umgeben ist, und davon angeblasen wird, bei einerlei Schwingungsart höher oder tiefer ist, als der Ton, welchen die atmosphär. Luft unter denselben Umständen giebt. Aus seinen Versuchen (vergl. Voigts Mag. III. Bd. 1 St. u. Chladni a. a. O. S. 226 etc.) ergab sich, dafs bei einerlei Druck und bei ohngefähr 10—11° R. der Wärme, der Schall in einer Secunde durch folgende Weiten gehen würde.

In reiner atmosphär. Luft, wie auch in einer ihr ähnlichen künstlichen Mischung aus Sauerstoffgas und Stickgas ohngefähr durch	1038	Par. Fufs.
In Sauerstoffgas - - -	950—960	— —
- Stickgas - - - -	990	— —
- Wasserstoffgas - - -	2100—2500	— —
- kohlensaurer Gas - -	840	— —
- Salpetergas - - -	980	— —

Da diese Resultate sehr beträchtlich von denjenigen abweichen, zu denen die Theorie der Schallbewegung

führt, so scheint daraus hervorzugehen, dafs die Schallgeschwindigkeit in einer elastischen Flüssigkeit nicht blofs von der specifischen Elasticität, sondern auch von dem chemischen Werthe des Mediums und von seiner eigenthümlichen electrischen Spannung abhänge; die, wenn sie auch durch die räumlichen (Zusammendrückungs und Ausdehnungs-) Aenderungen während der Schalleitung modificirt werden sollten (vergl. S. 701 unten) sich doch nach jeder vollbrachten Schwingung wiederum herstellen, und also der folgenden Schwingung dieselbe (die Schallleitung hemmende oder beschleunigende) Kraft entgegenstellen, die sie der ersten darboten. — Maunoirs und Pauls Vers. über die Veränderung der Stimme durch Athmung des Wasserstoffgases; in Gilberts Annal. II. 205. v. Arnims Vorschlag, die Güte des Wasserstoffgases durch die Höhe des angegebenen Tones, mittelst eines dazu eingerichteten Apparats (Hydrogenometer) zu messen; ebendas. III. Bd. 200.

11) Nach v. Arnim (Gilberts Annal. IV. 1 St.) steht die Stärke der Fortpflanzung des Schalles durch verschiedene homogene feste Stoffe, im Verhältnifs ihrer Unverschiebbarkeit, womit noch A. Kircher (Musurgia I. I. sect. 7. cap. 7.) Winkler (de ratione audiendi per dentes. Lips. 1759), Herhold (Reils Archiv III. 178) Hook (in der Vorrede zu seiner Micrographia), und Wünsch a. a. O. zu vergl. ist. Vidrons in Paris angestellte Versuche, um Tauben durch Ansetzung eines Stabes an die Zähne Worte und Töne vernehmlich zu machen, vergl. Musikal. Zeit. 1801. N. 4. u. Voigts Mag. III. 3 St. — Euler Eclaircissemens sur la génération et sur la propogation du son §. 13. in d. Mém. de l'Acad. de Berlin 1765.

§. 140.

Dem vorhergehenden §. zufolge, unterscheiden wir den (durch irgend eine nicht Schall seyende Bewegung erregten) Urschall (Sonus primitivus) von dem mitgetheilten Schalle (S. derivatus v. secundarius), jedoch ohne einen Körper nachweisen zu können, der nur durch Mittheilung schallend würde, sondern es ist vielmehr jede Schall leitende Materie auch des Urschalls fähig, und umgekehrt jede ursprünglich schallende auch des mitgetheilten Schalles. Merkwürdig ist es aber, dafs alle Schwingungen die ein elastischer Körper einzeln nach und nach darzustellen vermag, von ihm auch zugleich angegeben werden können, ohne dafs eine die andere hindere. Daher können sich mehrere Arten des Schalles zugleich durch einerlei Luftschicht fortflanzen, ohne dafs eine dieser Schwingungen die andere störe; so wie wir auch mehrere Schalle zu gleicher Zeit gesondert zu hören vermögen.

1) Etwas dieser gleichzeitigen Verbreitung unvollkommen ähnelndes, bemerken wir auch an Wasserwellen, die an zwei oder mehreren Stellen der Oberfläche zugleich hervorgebracht wurden: die Kreise beider Wellenarten durchschneiden sich, ohne sich zu stören. — Mairans Hypothese zur Erklärung jener gleichzeitigen Schallverbreitung (z. B. dafs man mehrere Töne zugleich hört), der zufolge er für je-

den Schall eine eigene Art von Lufttheilchen annahm, die eine diesem Schalle gemässe eigenthümliche Elasticität besitzen sollte, hat Euler (Theoria lucis et colorum §. 60.) wiederlegt. — Daſs jede Schallschwingung zugleich mit drehenden, oder fortschreitenden Bewegungen des Körpers, ohne beträchtliche Störung verbunden seyn könne, haben Bernoulli und Euler (im 15 u. 19 Bd. der Nov. Comment Acad. Petrop.) erwiesen, und durch Erfahrungen bestätigt.

2) Hieher gehört auch das Mitklingen höherer Töne bei dem Grundtone einer gespannten Saite; welches seltener an Orgelpfeiffen und anderen Blasinstrumenten bemerkt wird, hingegen an einem gabelförmig gebogenen klingenden Stabe gar nicht verhütet werden kann. Etwas ähnliches hat man auch bei klingenden Glocken wahrgenommen, es läſst sich aber durch Dämpfungen gewisser Stellen beseitigen. — Das Mitklingen findet jedoch nicht bei allen klingenden Körpern statt, und die mitklingenden Töne sind nie andere als solche die der Körper einzeln zu geben im Stande ist; bei Verschiedenheit der Tonfolge eines solchen Körpers, sind auch die mitklingenden Töne verschieden, von denen eines anderen des Mitklingens fähigen Körpers.

3) Verschieden rücksichtlich der Ursachen von diesem Mitklingen, ist dasjenige welches man beim Angeben zweier höheren Töne, an allen klingenden Körpern bemerkt; es wird nämlich unter diesen Umständen zugleich ein tieferer Ton vom musikalischen Gehöre wahrgenommen, indem dieses nicht nur das Verhältniſs der Schwingungen bei den zwei gesondert angegebenen Tönen, sondern auch gleichzeitig das Zusammentreffen der Schläge auf die-

selbe Art empfindet, wie es einen einzelnen Ton empfinden würde, bei welchem die Schwingungen in den Zeiträumen des Zusammentreffens erfolgten. Vergl. Chladni a. a. O. 207. Können z. B. die beiden wirklich angegebenen Töne durch die kleinsten Zahlen ausgedrückt werden, so hört man zugleich einen tieferen Ton der mit der Zahl 1 übereinkommt. Romieu bemerkte dieses Mitklingen (1753) zuerst; vergl. Tartini trattato di Musica secondo la vera scienza dell' Armonia. Padova 1754. la Grange Recherches sur le son, in den Miscellan. Taurinens. tom. I. §. 64. Sarti's Anwendung dieser Erscheinung zur Bestimmung der Schwingungszahl eines Tones; in Voigts Mag. I. 102. Abt Voglers Benutzung dieses Mitklingens bei der Orgel, indem er 2 kleinere Pfeifen, deren Töne zu dem Dreiklange eines Grundtons gehören, einer sehr grossen, die einen tieferen Ton giebt, substituirt.

4) Durch jeden Schall werden alle anderen umher befindlichen Körper, welche in derselben Geschwindigkeit (des angegebenen Schalls) zu oscilliren vermögen, mitbewegt. Sehr häufig entsteht dadurch Mitklingen dieser Körper; so giebt z. B. ein Clavier öfters ungespielt einen Ton an, wenn dieser Ton anderweitig in demselben Zimmer entwickelt wurde. Eine vortheilhafte Anwendung macht man von diesem Mitklingen zur künstlichen Verstärkung des Schalles; dahin gehört die Einrichtung und Wirkung des Resonanzbodens (Fundus resonans) der hinlânglich groſs, nicht zu dick und gehörig elastisch seyn muſs, um alle Schwingungen mit Leichtigkeit aufzunehmen und wiederzugeben. Auch der Resonanzboden kann mehrere Töne zugleich angeben und somit verstärken.

Ein ähnliches Mitklingen bemerkt man auch an Fenstern, Wänden, Pfeilern etc. solcher Gebäude, worin sehr tiefe Töne einer Orgel angegeben werden. Ein Schuſs knallt im Zimmer stärker als im Freien. Anwendung bei der Einrichtung der Schauspielhäuser etc.

C) *Von der Zurückwerfung des Schalles.*

§. 141.

Stöſst der in der Luft entwickelte oder verbreitete Schall an die Oberfläche eines harten Körpers, so wird er nach den Gesetzen der Reflexion elastischer Körper (§. 43 u. 44.) zurückgeworfen; d. h. die Schwingungen werden von der Oberfläche des harten Körpers erneuert, und so nach einer von der ursprünglichen abweichenden Richtung fortgepflanzt. Hierauf gründet sich die Entstehung des Nachhalls, das Echo, die Einrichtung des Sprachrohrs und der Schallgewölbe oder Sprachsäle.

1) Der Schall wird von harten Oberflächen so zurüchgeworfen, daſs der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. — Es kommt dabei mehr auf die Gestalt der Oberfläche, als auf die chemische Beschaffenheit des Körpers an. Glatte Oberflächen reflectiren den Schall besser als rauhe; ebene oder etwas concave besser als convexe. Nur wenn der Schallstrahl senkrecht auf die reflectirende Ebene stöſst, wird er von ihr mit derselben Stärke und Geschwindigkeit zurückgeworfen, mit welcher er zu ihr gelangte.

2) Der Erfahrung gemäſs, sind für uns zwei Schalle noch deutlich unterscheidbar, wenn sie in dem neunten Theile einer Secunde auf einander folgen (699); soll daher ein und derselbe Schall, nicht bloſs als Urschall sondern auch als zurückgeworfener Schall, wieder wahrgenommen werden, so muſs die reflectirende Oberfläche wenigstens so weit entfernt seyn, daſs durch die Bewegung des Urschalls zu ihr, und von da zurück bis zu dem Ohre desjenigen, der den Urschall zuvor hörte, wenigstens $\frac{1}{9}$ Secunde vergeht, oder was dasselbe ist, daſs zur Bewegung des Urschalls bis zur reflectirenden Oberfläche wenigstens $\frac{1}{18}$ Sec. verstreicht. Durchbebt nun der Schall in $\frac{1}{18}$ Sec. $57\frac{7}{9}$ paris. Fuſs (vergl. 709.), so wird die reflectirende Oberfläche wenigstens eben so weit von dem Entstehungsorte des Urschalls entfernt seyn müssen, wenn hier ein Wiederschall oder Echo (Echo) gehört werden soll. Bei einer solchen Ferne kann aber nur ein einsylbiges Echo (E. monosyllaba) entstehen; beim Aussprechen eines mehrsylbigen Wortes, hört man nur die letzte Sylbe deutlich wiederschallen, indem der Schall der ersten Sylben vor vollendetem Aussprechen des ganzen Wortes zurückkommt. Zur Entstehung eines vielsylbigen Echo (E. polysyllaba), wird erfordert, daſs die reflectirende Oberfläche um 520 paris. Fuſs vom Urschalle entfernt ist, indem nun bis zum Wiederhören des Urschalls eine Secunde verstreicht. Finden sich mehrere reflectirende Oberflächen in einiger Entfernung neben einander, so wird der Schall von der einen zur anderen, und von jeder wieder (wenigstens zum Theil) nach dem Ausgangsorte des Urschalls zurückgeworfen; es entsteht dann ein vielfaches Echo (E. multi-

plex). Verschiedene merkwürdige Echo findet man in Kirchers neue Hall- und Tonkunst a. d. L. Nördlingen 1684. Fol. und in Gehlers Wörterb. Thl. I. Art. Echo beschrieben. — Genauere Bestimmung des Echo in Chladnis Acustik. §. 212 etc. Ob auch das Wasser als Schall reflectirende Oberfläche dienen könne, vergl. Brandes in Voigts Mag. V. 63. Eckartshausens u. a. Benutzung der Hohlspiegel als reflectirende Oberfl.; vergl. dessen natürl. Magie I. Bd. — Sind die Entfernungen geringer als zur Entstehung eines Echo erforderlich ist, so entsteht entweder ein blosser Nachhall (Resonanz), oder es werden beide: Urschall und reflectirter Schall zu gleicher Zeit vernommen, mithin von uns nicht unterschieden. Hieher gehört die gewöhnliche Einrichtung der Wohnzimmer. Chladni a. a. O. §. 211.

3) Hält man eine gleichweite (z. B. cylindrische oder prismatische) Röhre, mit der einen Mündung an den Mund eines sprechenden Menschen, während man die andere Mündung dem eigenen Ohre nähert; so hört man mit Hülfe dieses Communicationsrohrs leise gesprochene Worte ziemlich deutlich und stärker als andere mit dem Rohre nicht in Verbindung stehende Personen, indem die Schallstralen bis zur entgegengesetzten Mündung des Rohrs, durch die Seitenwände zusammengehalten werden. Kircher bemerkte diese Eigenschaft gleich weiter Röhren unter anderen an einer alten römischen Wasserleitung, in welcher er den Schall 600 Fuſs weit mit gleicher Stärke hörte; und die Wasserleitung des Claudius soll den Schall auf ähnliche Weise mehrere italienische Meilen weit verbreiten. Soll aber der Schall, ausserhalb der Röhre in beträchtlicher Entfer-

nung verstärkt verbreitet werden, so wird erfordert, dafs das Rohr nach dem vom Munde abgekehrten Ende zu Trichterförmig erweitert sey; eine Vorrichtung die unter der Benennung Sprachrohr (Tuba stentoria v. locutoria) häufig, vorzüglich auf den Schiffen etc. in Gebrauche ist; und dessen vortheilhafteste Gestalt nach LAMBERT ein abgekürzter Kegel ist. Während nämlich im Communicationsrohre, die Schallstralen zwar auch mehrmals gebrochen werden, aber dennoch aus der entgegengesetzten Mündung, wie gewöhnlich divergirend fortgehen, werden sie von den innern Seitenwänden des Sprachrohrs so zurückgeworfen, dafs sie nach einer oder mehreren Brechungen mit der Achse parallel laufen, oder doch nicht bedeutend davon abweichen. Nur das in der Richtung der Achse des Rohrs sich befindende entfernte Ohr, hört die ausgesprochene Worte am deutlichsten und stärksten. — Vergl. LAMBERT sur quelques instrumens acoustiques in den Mém. de l'acad. de Berlin 1763. p. 87 übers. v. HUTH. Berl. 1796. 8. — Der Ritter SAM. MORLAND wird für den Erfinder des Sprachrohrs (1670) gehalten, sein erstes Sprachrohr ähnelte einer Trompete und war von Glas, ein späteres von Kupfer. Ob die Rohrwände wenig oder sehr elastisch sind, scheint nicht gleichgültig zu seyn; am zweckmässigsten besteht die innere Rohrwand aus einer glatten elastischen, die äussere aus einer weichen Masse. HUTHS Bemerkungen zufolge thut ein elliptisches Rohr keine vortheilhafte Wirkung; auch beim parabolischen Sprachrohre ist die Wirkung geringer als beim kegelförmigen von gleicher Länge, so wie auch die nach den Vorschlägen eines CASSEGRAIN (Journ. de sçav. 1672; die Seiten

des Sprachrohrs hyperbolisch zu krümmen, so daſs die Achse des Rohrs die Asymptome der Hyperbel würde) und des J. M. Hase (de tubis stentoreis. Lips. 1719. 4.: das Rohr aus einem elliptischen und einem parabolischen Stücke zusammenzusetzen, so daſs während der Mund in dem einen Brennpuncte der Ellipse angesetzt wird, der andere Brennpunct zugleich derjenige der Parabel wäre) gestalteten Sprachrohre den Lambertschen nachstehen. Auch wird zum Theil hierdurch Hassenfrats Meinung (Gilberts Ann. XIX. 145.) widerlegt, der zufolge die Wirkung bloſs in (durch Luftverdichtung) verstärkter Luftschwingung bestehen soll. Ueber das sogen. Horn Alexander des Grossen; vergl. Huth a. a. O. Verstärkung des Kanonendonners durch Sprachröhre, Benutzung dieser Vorrichtung zu Signalen. — Abbildungen verschieden gestalter Sprachröhre finden sich in den Transact. philos. N. 141 oder in Lowthorps Auszug Bd. I. 505. — Vergl. Chladni a. a. O. §. 208.

4) Aus der Zurückwerfung der Schallstralen erklärt sich auch die Wirkung des Sprachgewölbes (Fornix acusticus) oder der Sprachsäle. Indem die Decke und wo möglich auch die Seitenwände eine elliptische Gestalt haben, werden sie als Ellipsoid die aus einem Brennpuncte divergend ausgehenden Schallstralen, in dem anderen Brennpuncte vereinigen; und daher die in der Gegend jenes Brennpunctes (leise) ausgesprochenen Worte, nur in diesem Brennpuncte von einer zweiten sich hier befindenden Person deutlich vernehmen lassen. Tab. III. F. 17. stellt eine solche Wölbung dar; F ist der erste und f der zweite Brennpunct, und die in F entwickelten

Schallstralen, werden auch bei der gröſsten Divergenz so zurückgeworfen, daſs sie in f zusammentreffen; weil den Eigenschaften der Ellipse zufolge, der Winkel m in jedem Puncte der Ellipse, dem Winkel n gleich ist. — Merkwürdige Schallzurückwerfungen der Art in der Kuppel der Paulskirche zu London; im Pantheon zu Rom, in einer Gallerie zu Glocester, in der Cathedralkirche zu Girgente in Sicilien, das sog. Ohr des Dionxsius (Grotta della favella) in den Steinbrüchen zu Syracus etc.; vergl. Chladni a. a. O. §. 210. Berücksichtigung der Zurückwerfungsgesetze des Schalles, bei Erbauung der Sprachsäle; der Theater, Concertsäle etc. a. a O. §. 217 ff. und Rhode: Theorie der Verbreitung des Schalles für Baukünstler. Berlin 1806. 8 L. Catel: Vorschläge zur Verbesserung der Schauspielhäuser. Berlin 1802. 4. Euler a. a. O. u. ejusd. de motu aëris in tubis, in Nov. Comment. Acad. Petrop. tom. XVI.

D) *Von den Schwingungsknoten.*

§. 142.

XXXXIII. Vers. Eine an ihren Ende befestigte angespannte Saite (des Monochords) wie AD (Taf. III. F. 18.), theile man durch die Puncte B und C in drei gleiche Theile, unterstütze sie mittelst eines Stegs in B, und behänge sie vorzüglich in C mit kleinen winkelförmig gebogenen Papierstreifen; bringt man nun den mit AB bezeichneten Theil der Saite auf irgend

eine Weise in Schwingung, z. B. durch Streichen mit einem Violinbogen, so werden alle Papierstreife, der einzige in C (und wenn in B einer lag auch dieser) ausgenommen, von der Saite herabgeworfen werden; zum Beweise, daſs die Stelle C, gleich der durch Unterstützung gedämpften B, ruhet, während die anderen Saitentheile sämmtlich schwingen. Aendert man diesen Versuch dahin ab, daſs man die Saite in mehr als drei z. B. in sechs gleiche Theile abtheilt, und wird dann unter übrigens gleichen Umständen der nächst A gegebene Theilungspunct, also in der obigen Fig. der Punct α unterstützt, und A a in Schwingung gesetzt, so wird die Seite in a B b C und c ruhen, während die übrigen Theile, gleich den zwischen A a ursprünglich schwingenden oscilliren. Untersucht man aber die Ausdehnungsrichtungen der zwischen den Ruhepuncten vorhandenen schwingenden Theile genauer (z. B. auf S. 698 angegebene Weise), so findet man daſs sie wechselseitig entgegengesetzt sind, wie dieses die krumme Linie der gen. Fig. anzeigt. Setzt man nämlich durch Streichen den erwähnten Theil der Seite nach α zu in Bewegung, so wird der Theil βa nach α und dadurch nothwendig der Theil aε nach aδ gezogen, und der ruhende Theil a verhält sich zu denen ihm zur

Seite entgegengesetzt bewegten Theilen, ähnlich dem Ruhepuncte eines *Hebels* erster Art (vergl. §. 54). Alle schwingende Theile bewegen sich hiebei mit *gleicher* Geschwindigkeit (weil sonst die Schwingungen des einen Theils die des anderen verhindern würde), erstreckt sich daher die Oscillation weiter nach D oder A, so folgt, daſs in gleichen Entfernungen wie a von A, sich ähnliche Ruhepuncte bilden werden. Sowohl diese folgenden Ruhepuncte, als auch den ursprünglich durch Unterstützung (*Dämpfung*) gegebenen, nennt man *Schwingungsknoten* (Nodi oscillationum).

1) Fährt die Saite fort zu schwingen, so erhellt aus dem Obigen, daſs die Bewegungsrichtungen der folgenden Schwingung, denen der vorhergehenden entgegengesetzt seyn, und die Schwingungsknoten nach wie vor in Ruhe bleiben werden. Statt der Saite kann auch Metalldrath, als ein klingender Stab etc. gewählt werden. Vergl. Chladni a. a. O. §. 48. — Um absolut gleichzeitig zu seyn, müſsten die Schwingungen klingender Körper, wie die eines Pendels (S. 192) *unendlich klein* seyn. Indeſs ist die Abweichung von der strengsten Genauigkeit bei *sehr kleinen* Schwingungen *unmerklich*. Bei einem Bogen von 1 Grade, dürfte die Dauer jeder Schwingung ohngefähr $\frac{1}{50000}$ weniger betragen a. a. O. §. 46.

2) Ausser jenen gleichzeitigen Hauptschwingungen und den zugehörigen Schwingungsknoten, scheinen auch noch *untergeordnete Bebungen* in der klingenden Saite statt zu finden, aus deren Vereini-

gung mit den Hauptschwingungen (nicht bloſs durch Saiten sondern durch alle klingende Körper) wahrscheinlich das Entstehen eines Klanges (der sich überhaupt vom Geräusche durch die Gleichartigkeit und Bestimmbarkeit der Schwingungen unterscheidet) erst möglich wird. Bestreut man einen in seinen Endpuncten unterstüzt liegenden, ziemlich dicken Metalldrath (oder Pfeiffenstyl) mit Bärlappsaamen, und schlägt dann geschwind aber nicht zu heftig daran, so bilden sich eine Menge kleiner Stauberhöhungen, die so beschaffen sind, daſs man die Abwechselungen der mehr und weniger bewegten Theile darin bemerken kann. Indem sich nämlich der dem einem Drahtheile versetzte Stoſs, nicht zu gleicher Zeit sondern in einer gewissen Folge den übrigen Theilen mitzutheilen vermag, so folgt daſs man den Theil der den Stoff empfangen, als unterstützt von den umgebenden Theilen betrachten muſs, und daſs mithin eben soviele Schwingungsknoten hervorgebracht werden, als die ganze Saite von solchen schwingenden Theilen enthält. Oersteds Vers. über die Klangfiguren; in Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Mineralogie. VIII. 241. An klingenden Scheiben kann man ebenfalls etwas der Art bemerken, wenn man mit ihnen auf die S. 698 dies. Grundr. beschriebene Weise experimentirt. Auch vergl. man noch S. 147 dies. Grundr.

3) Die Theile, worin sich der klingende Körper theilt, haben stets gegeneinander ein solches Grössenverhältniſs, als erforderlieh ist, um in gleicher Geschwindigkeit schwingen zu können. Je grösser die Zahl der schwingenden Theile, mithin je kleiner jeder einzelne Theil ist, um so geschwinder sind

auch die Schwingungen, mithin um so höher die Töne; vergl. 146. Das was bei jedem Klange ausser der bestimmten Höhe oder Tiefe, und der bestimmten Schwäche oder Stärke noch als Modification desselben erscheint, und im Französischen durch timbre bezeichnet wird, hängt theils (wie schon bemerkt a. a. O.) von der eigenthümlichen Qualität des klingenden und zugleich fortpflanzenden Körpers und des fortpflanzenden Mediums ab, theils rührt es von beigemischten Geräusche her, wovon der Grund ebenfalls sowohl im klingenden Körper, als auch in dem das Klingen hervorrufenden reibenden oder stossenden Körper zu suchen ist. Chladni §. 44. Hieher gehören die sogen. harttönnenden Instrumente, z. B. die meisten Metallinstrumente, vorzüglich die Trompete, das Clavier, die Geige u. m. ähnliche, im Vergleich mit der Flöte, Clarinette etc. überhaupt vorzüglich mit hölzernen Blasinstrumenten. Vergl. Kessler: Ueber die Natur der Sinne. Jena u. Leipzig 1805. 8. S. 192—197.

4) Auf die Art des Schalles oder Klanges haben überhaupt verschiedene Verhältnisse Einfluſs. Ob rücksichtlich der Gestalt, und zwar in Betreff der Dimensionen, die klingenden Körper der Länge nach, oder als Fläche, oder in der Dicke (z. B. bei den Saiten — dünnen Blechen, Scheiben und Trommelfellen — Glocken, Stäben, Ringen) vorzüglich ausgedehnt sind, ob in Betreff der Richtung die Hauptdimensionen gerade Linien (wie bei den Saiten, Scheiben etc.) oder krumme Linien (Glocken etc.) bilden; ob rücksichtlich der Befestigung, zur nöthigen Spannung die Körper an beiden Enden (wie bei

den Saiten) oder nur an einem Ende (Stäbe), oder durch Aufhängen (Glocken, Ringe) schwebend gehalten werden; ist für die Art des Klanges nichts weniger als gleichgültig. — Die gröſste Verschiedenheit der schwingenden Bewegungen zeigt sich in ihrer Richtung, die entweder quer, länglicht oder drehend seyn kann; wornach sich dann auch die Richtung der jedesmaligen Anregung der Schwingungen richten muſs.

5) Die Transversalschwingungen bestehen aus Bebungen des klingenden Körpers (oder jedes seiner Theile) seitwärts der Axse (in deren Richtung die Schwingungsknoten liegen), vor und hinter jedem Schwingungsknoten nach abwechselnden Richtungen, vergl. Tab. III. Fig. 14, $\alpha\delta$; so daſs die Durchmesser der Schwingungen mit der Axse einen rechten Winkel machen. Hieher gehören die Schwingungen der Saiten, Membranen, und die der meisten festen Körper. — Die Longitudinalschwingungen erfolgen in abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen des klingenden Körpers oder seiner aliquoten Theile, nach der Richtung der Länge; so daſs diese sich abwechselnd gegen einen Schwingungsknoten stemmen, und von demselben entfernen. Zum Theil sind auch Saiten und andere nach einer geraden Richtung ausgedehnte Körper dieser Schwingungsart fähig; vorzüglich findet sie aber Statt, an der in einer Röhre eingeschlossenen Luft, z. B. bei allen Arten von Blasinstrumenten. Bei den drehenden Schwingungen (die Chladni nur an Stäben bemerkte) bewegen sich die aliquoten Theile des Staben abwechselnd rechts und links in einer schraubenförmigen Richtung, so als ob sie sich

um ihre Axse drehen wollten. Chladni a. a. O. §. 47. ff.

6) Zur Hervorbringung der Longitudinalschwingungen an einer Saite, mufs dieselbe innerhalb eines schwingenden Theiles mit dem Violinbogen (unter einem so spitzen Winkel wie möglich) der Länge nach gestrichen, oder nachdem sie mit Geigenharz bestrichen, mit einem weichen Körper (z. B. mit einem Stückchen Tuch, mit dem Finger etc.) der Länge nach gerieben werden. Holz- und Metallstäbe werden auf ähnliche Weise mit Tuch gerieben, nachdem sie zuvor mit Geigenharz bestäubt waren. Glasstäbe (wozu sich am besten Thermometer- oder Barometerröhren schicken) befeuchtet man zuvor mit etwas Wasser, und bestäubt sie dann mit feinem aber scharfen Sande oder Bimssteinpulver. (Chladni's Euphon.) Vergl. a. a. O. §. 89 etc. 96. Zu den drehenden Schwingungen werden die glatten Oberflächen der Stäbe auf ähnliche Weise wie bei den Longitudinalschwingungen behandelt, nur mit dem Unterschiede, dafs das Reiben nicht der Länge nach, sondern links oder rechts in einer drehenden Richtung geschieht. — Eine andere Art von Longitudinalschwingungen wie die obigen, wo eine Saite, an welche ein Gewicht gehängt ist, sich nach einer geschehenen Aufhebung des Gleichgewichts so ausdehnt und zusammenzieht, dafs das Gewicht selbst dadurch abwechselnd auf- und niederwärts bewegt wird, hat der Graf Giordano Riccati (a. a. O. §. 62.) beobachtet.

7) Die Verbreitung des Schalles in der Luft und in festen Körpern scheint vorzüglich durch Longitudinalschwingungen zu geschehen. Würde diese Vermu-

thung (vergl. Chladni's Acustik §. 226. u. Herholds Beob. in Reils Archiv III. 166.) bestätigt, so würde man dadurch ein Mittel haben, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles durch feste Körper zu bestimmen. In derselben Zeit, in welche der gegebene feste Körper frei schwingend eine Longitudinalschwingung macht, würde er auch den Schall in sich fortsetzen; und diesem nach würde sich der Schall z. B. durch Kupfer fast 12 mal gegeschwinder verbreiten als durch die Luft. Vergl. S. 705—707 dies. Grundr. — Einfluſs des Schalles auf den Barometerstand. Englefield in Gilberts Ann. XIV. 214.

8) Rücksichtlich der Zahl der Schwingungsknoten einer gespannten klingenden, in irgend einem Puncte (z. B. durchs Steg) unterstützten Saite, ist zu bemerken, daſs wenn sich der kleinere (durch Streichen etc. zuerst in Schwingung gebrachte) Saitentheil zu dem grösseren verhält, wie 1 : 3, zwei Schwingungsknoten hervorgebracht werden; verhält er sich wie 1 : 4 so erscheinen drei, wie 1 : 5, vier Schwingungsknoten etc.

§. 143.

XXXXIV. Versuch. Zur Nachweisung der Schwingungsknoten an klingenden Flächen, die irgendwo unterstützt sind, z. B. an Blechen, Glas- oder Metallscheiben etc., bedient man sich entweder des S. 698 angegeben Stativs, oder in Ermangelung desselben folgendes Verfahrens: man nimmt z. B. eine kreisrunde Scheibe von

gleichdicken, reinem, blasenlosen Fensterglase, die an den Rändern gehörig abgeschliffen ist, und ohngefähr 3—12 Zoll im Durchmesser hat; man bestreut sie mittelst eines kleinen Siebes mit feinkörnigem Sande (Marmor, Eisenfeile oder Lycopodiuum), legt sie in ihrem Mittelpuncte auf einen etwas zugespitzten Kork, drückt sie oberhalb mit dem Finger an den Kork an, unterstützt sie ausserdem noch am Rande (Taf. III. Fig. 19) in a, oder b, oder c, oder d, und streicht nun den Rand 45 Grad von der berührten Stelle, also in e, oder h, oder in f, oder in g, rechtwinklicht mit einem mit Colophonium bestrichenen Violinbogen. Der Sand wird von allen schwingenden Stellen (welche die Gestalt krummer Flächen erhalten) der klingenden Scheibe, in die Höhe geworfen; nur auf den Schwingungsknoten bleibt er liegen, bezeichnet dadurch die Reihe der zusammenhängenden Schwingungsknoten, und bildet so die in Fig. 19 gezeichnete Klangfigur; die sich ändert; wie die Gestalt der Scheibe (ob sie rund oder viereckigt etc. ist), die Unterstützungspuncte und die ursprünglichen Bewegungsstellen abgeändert werden.

1) Vergl. CHLADNI a. a. O. §. 102. ff. Jede auf einer Scheibe hervorzubringende Klangfigur, steht mit den anderen auf derselben Scheibe zu erzeugenden Figur in einem bestimmten Tonverhältnisse; irrig ist

es aber, zu glauben jeder bestimmte Ton habe seine ihm entsprechende Figur. — Eisenfeile verdient nach Oersteds Beob. (Gehlens Journ. a. a. O.) den Vorzug vor Sand, so wie Metallscheiben vor Glasscheiben zu genauen Versuchen. Die Matallscheiben tönen länger nach, und geben die Figuren auch dann, wenn man den Sand etc. erst auf die bereits tönende Scheibe streut, womit meine eigenen Beob. übereinstimmen. Ueber die Benutzung des Wassers und Lycopodiums zu diesen Versuchen, vergl. S. 698 dies. Grundr.

2) Taf. III. Fig. 20, 21, 22. 23 und 24 stellen noch fünf der merkwürdigsten Klangfiguren vor. Fig. 20 wird erhalten, wenn man die kreisrunde Scheibe etwa 30 Grad von der gedämpften Stelle des Randes streicht. Fig. 21, wenn man die Quadratscheibe in a oder b hält und in c oder d streicht; Fig. 22, wenn dieselbe Scheibe an einer der Ecken in e oder f anstreicht; Fig 23, wenn man eine elliptische Scheibe in der Mitte g auf den Kork andrückt, die beiden Randpuncte i und k dämpft, und in r streicht; Fig. 24, wenn die kreisrunde Scheibe in m gehalten und in l angestrichen wird. Darstellung dieser und mehrerer anderer Klangfiguren, durch Versuche mit kreisrunden, elliptischen, und Rectangelscheiben von verschiedener Art, von Glas, Metall und Holz.

3) Zur genauen Ausmessung der Klangfiguren, bedient man sich nach Oersted (a. a. O.) vortheilhaft quadratische Messingscheiben, die fast eine Linie dick sind, nnd deren Seitenlinie 4 Zoll beträgt. Die Oberfläche einer solchen Scheibe wird zu dem Ende durch Linien, die mit den Seiten parallel ge-

hen, in 1600 Quadrate eingetheilt, und nun entweder selbst bestreut zur Schwingung gebracht, oder es wird die mit der Klangfigur versehene Glastafel über die eingetheilte Metalltafel gelegt. Durch mehrere Vers. mit dergleichen Scheiben, gelangte O. zu dem wichtigen Resultate: dafs die Klangfiguren in Fig. 19, 20, 21 und alle ähnlichen nicht (wie man nach Chladni bisher glaubte) aus geraden, durchschneidenden Linien, sondern aus Hyperbeln entstehen, die sich begegnen; und dafs die scheinbaren Winkel ebenfalls Hyperben sind, welche entgegengesetzte Scheitelpuncte haben. a. a. O. S. 226 u. 233.

4) Wäre eine Scheibe darstellbar die vollkommen elastisch und zugleich so biegsam ist, dafs gar kein Widerstand da wäre, so würden Staublinien darauf mit den absolut ruhenden zusammenfallen und mithin Dreiecke bilden. In der Wirklichkeit sind aber nur Annäherungen dieses denkbaren Falles möglich; und die Hyperbel ist der gewöhnlich hervorzubringende Kegelschnitt. Es könnte dieser Schnitt aber eben so gut mit der entgegengesetzten Seite des Kegel parallel gehen und dadurch eine Parabel bilden, oder die Axse perpendikulär oder schräg durchschneiden und so einen Kreis oder eine Ellipse bilden; Fälle die wahrscheinlich auf sehr grossen Scheiben eintreten, und so die Möglichkeit gewähren, alle Kegelschnitte in verschiedener Entfernung vom Mittelpuncte dargestellt zu finden. a. a. O. S. 235. — Durch wiederholte Striche (mit dem Violinbogen) rücken die Scheitelpuncte der Hyperbeln in den unter N 3 angegebenen Fällen immer näher, jedoch ohne das völlige Verschwinden der Bögen zuzulas-

sen. — Ueber die besondere Gegenwirkung in klingenden Scheiben, wodurch an gewissen Stellen Staubmassen angehäuft werden, und die Form der Hyperbel etwas unregelmässig wird; a. a. O. S. 233 u. 235. — Operirt man in den vorhergehen Vers. zur Darstellung der Klangfiguren, statt des Sandes etc. mit Bärlappsaamen, so wird man dadurch in den Stand gesetzt, jene untergeordneten Schwingungen und Schwingungsknoten der Scheibe zu bemerken, die denen der mit Bärlappsaamen bestäubten klingenden Saite (S. 724) ähneln; und hyperbelförmige Stauberhöhungen bilden a. a. O. 236.

5) Nach O's. Beob. hängt der Staub in den Klangfiguren fester an der Tafel, als in den übrigen Stellen; ein Ankleben welches mit der electr. Anziehung leichter Körperchen Aehnlichkeit zu haben scheint; vergl. S. 701 u. 712. O. vermuthet das die Knotenstellen negativ electrisch geworden sind, während die schwingenden (leeren) Stellen positiv electrisch wurden. a. a. O. S. 248.

6) Die Schwingungen der Glocken und überhaupt gekrümmter Flächen, ähneln denen einer runden Scheibe, bei welchen sich sternförmige Figuren zeigen. Die Glocke etc. theilt sich nämlich in 4, 6, 8, oder nachdem sie groſs und dünn genug ist, überhaupt in eine grade Zahl von schwingenden Sectoren, welche durch Knotenlinien von einander getrennt sind, die sich sämmtlich oben im Gipfel der Glocke durchschneiden. Vergl. Chladni a. a. O. §. 166—173 u. S. 698 dies. Grundr.

E) *Von deu Tönen.*

§. 144.

In jedem Klange empfinden wir ein gewisses Gepräge von Ordnung und Harmonie, welches die einzelnen den Klang hervorbringenden Schwingungen vereint als Schallganzes wahrnehmen läſst, und Ton (so wie die Verschiedenheit desselben: Höhe und Tiefe) genannt wird. Vergl. S. 724 u. 725. Den Unterschied eines Tones von dem andern, oder die Verschiedenheit der in einerlei Zeit erfolgenden Zahlen der Schwingungen, nennt man ein Intervall oder Tonverhältniſs.

1) Zur Entwickelung der verschiedenen hörbaren Töne von vorzüglicher Reinheit und Vollendung, ist die menschliche Stimme am geschicktesten; und die musikalischen Instrumente stehen ihr hierin nach. Bei den lezteren, sofern es Blasinstrumente sind, ist es die Luft, welche tönt. — Etwas denen auf solche Weise der Luft entlockten articulirten Tönen Aehnliches, bemerkt man hin und wieder auch an der freien bewegten Luft. Hieher gehört die von mehreren Reisenden bestätigte Luftmusik oder Teufelsstimme auf Ceylon und in benachbarten Ländern, die in stillen heiteren Nächten vor Witterungsänderung einzutreten pflegt, und die meiste Aehnlichkeit mit der tiefen klagenden Menschenstimme haben soll. Zum Theil gehört hieher auch das gewöhnliche Heulen des Windes. — Dem Klange der Blasinstrumente rücksichtlich seiner Entstehung ähnlich, ist auch derjenige der sogen. chemischen

Harmonica; die erhalten wird, indem man in einem engmündigen Gefässe Wasserstoffgas entbindet, das zur Mündung herausströmende Gas in atmosphärischer oder Lebensluft anzündet, und über diese kleine und ruhige Flamme, eine oben offene oder verschlossene, gläserne oder metallene, nicht allzuweite Röhre hält, so daſs die Flamme sich etwas innerhalb der Röhre befindet. Durch das Verbrennen des Wasserstoffgases zu Wasser (S. 653) entsteht fortwährend ein leerer Raum, den die umgebende Luft hinzuströmend hinwiederum erfüllt, diese Strömung vereint mit der des verbrennenden Wasserstoffgases aus dem Gefässe, erregt in der obern Luftsäule der Röhre Longitudinalschwingungen, die sich dem unter der Röhrenöffnung gehaltenen Finger durchs Gefühl und dem Ohre durch heulende, öfters beschwerlich fallende Töne verrathen. Während des Klanges spitzt sich die Flamme zu. Vergl. de Luc in dessen neuen Ideen über die Meteorologie I. §. 200. der dieses Phänomen zuerst erwähnte; ferner Göttlings Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker. 1795. S. 16. Scherer in Grens neuen Journ. d. Phys. II. 4. S. 509. Chladni a. a. O. S. 91—93 u. S. 673 dies. Grundr. — Ueber von Kempelens Sprachmaschine, über das menschliche Stimmorgan; mündlich.

2) Bei Bestimmung der Tonhöhe einer Transversalschwingungen machender Saite, kommt vorzüglich die Länge, Dicke und Spannung derselben in Betracht; sind diese bekannt, so läſst sich daraus auf die jedesmalige Geschwindigkeit in der Nacheinanderfolge der zum Tone gehörigen Schwingungen, d. i. auf die jedesmalige Tonhöhe schliessen, und

diese durch Berechnung ausmitteln. Der Ton ist um so höher, je grösser jene Geschwindigkeit ist, und umgekehrt um so tiefer, je geringer sie ist. Vergl. S. 724. Sind zwei Saiten nur rücksichtlich der Länge verschieden, so verhält sich ihre Schwingungsanzahl (in gleichen Zeiten) umgekehrt wie ihre Längen; sind sie es nur rücksichtlich der Dicke, so verhält sich ihre Schwingungsanzahl umgekehrt wie ihre Durchmesser, und sind zwei Saiten mit ungleicher Stärke (durch ungleiche Gewichte) gespannt, rücksichtlich der Länge und Dicke aber gleich, so verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen (mithin ihre Tonhöhe) wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte oder Gewichte. Bezeichnen wir also die Anzahl der Schwingungen oder die Tonhöhe (der qualitativ gleichartigen) Saiten mit N, n, die spannenden Kräfte oder Gewichte durch P, p, die Längen durch L, l, und die Durchmesser durch D, d, so ist $N : n = \frac{\sqrt{P}}{LD} : \frac{\sqrt{p}}{ld}$. Bei einerlei longitutinalen Schwingungsart, verhalten sich die Töne mehrerer aus einerlei Materie bestehenden Stäbe umgekehrt wie die Längen. Auf die Dicke eines Stabes kommt gar nichts an, aber wohl auf die Verschiedenheit der Materie; Chlaeni a. a. O. §. 95. Alle feste Körper geben bei dieser Schwingungsart unter übrigens gleichen Umständen weit höhere Töne, als gleich lange Luftsäulen z. B. einer Pfeiffe. Bei gleichartigen und gleichförmigen Scheiben, verhalten sich die Töne umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser $\left(N = \frac{1}{D^2}\right)$.

3) Zur Ausmittelung obiger Tonverhältnisse schwingender Saiten, dient ein Sonometer oder Tono-

meter, d. i. ein einfaches mit einer oder mehreren Saiten (Monochord, Dichord, Tetrachord etc.) bezogenes Instrument; wo die Längen durch verschiebbare Stege gegeben, und durch parallel mit den Saiten angebrachten Längenscalen, so wie die Dicken durch Micrometer (Lüdicke's Micrometer zur Messung der Durchmesser dünner Saiten, in Gilberts Ann. I. 137.) und die Spannungen durch Gewichte gemessen werden. Durch ähnliche Versuche hat man auch das Verhältniſs der Schwingungszahlen der verschiedenen Töne d. i. die Temperatur (Temperamentum) ausgemittelt. Ungleichschwebende Kirnbergersche und gleichschwebende oder mathematische Temperatur; Unterschied derselben. Kirnbergers Kunst des reinen Satzes in der Musik. Berlin 1771. 4.

4) Machen zwei Saiten in gleichen Zeiten gleichviel Schwingungen, so haben sie den Einklang; macht hingegen die eine Saite noch einmal soviel Schwingungen als die andere, so giebt sie die Oberoctave des Grundtons (Tonica) der anderen Saite; ein Fall der z. B. eintritt, wenn die Saite bei übrigens gleichen Umständen halb so lang ist, als die andere. Hat die kürzere $\frac{2}{3}$ der Länge der anderen Saite (macht sie also in derselben Zeit 3 Schwingungen, in welcher diese andere 2 macht), so giebt sie die Quinte des Grundtons (Dominante) der längeren an. Hat sie $\frac{3}{4}$ der Länge, so giebt sie die Quarte des Grundtons (Unterdominante) jener Saite. Die grosse Terze wird an der kürzeren Saite angegeben, wenn ihre Länge $\frac{4}{5}$; die kleine Terze wenn sie $\frac{5}{6}$; die grosse Sexte, wenn sie $\frac{3}{5}$; die kleine Sexte, wenn sie $\frac{5}{8}$; die Oberduodecime, oder die

Oberoctave der Quinte, wenn sie $\frac{1}{3}$; die Oberdecime-Septime, oder die doppelte Octave der grossen Terze, wenn sie $\frac{1}{5}$ von der Länge der den Grundton angebenden Saite beträgt. Die gewöhnlichen Töne der Musik beschränken sich auf die 4 Octaven; Baſs: C bis H, Tenor: c bis h, Alt: c′ bis h′, Diskant: c″ bis h″. — Ueber die Höhe der Töne in verschiedenen Gasen, vergl. Perolle in Gilberts Ann. III. 193. Eine zwischen zwei Wirbeln gespannte Saite wird durch Wärme ausgedehnt und dadurch schlafer; während eine Luftsäule erwärmt elastischer (gespannter) wird; und mithin während die Saite einen mehr niederen, diese einen höheren Ton giebt.

5) Gewöhnlich bedient man sich bei Saiteninstrumenten nur derjenigen Schwingungsart, wo die Saite ganz schwingt; seltener macht man auf der Geige und dem Violoncell bei dem Solospielen Gebrauch von den höheren Tönen, wo sich die Saite in aliquote Theile eintheilt. Man nennt sie Flageolett-Töne; Chladni a. a. O. §. 53. Die Töne der Aeolsharfe, und der Riesen- oder Wetterharfe, wo die Saiten oder Dräthe durch Luftzug in Bewegung gesetzt werden, beruhen ebenfalls auf solche Transversalschwingungen der Saiten, die sich, je nachdem sie verschiedentlich vom Winde getroffen werden, in eine grössere oder kleinere Anzahl aliquoter Theile abtheilen. Daher die grosse Mannichfaltigkeit ihrer Töne. Gehlers phys. Wörterb. Art. Aeolsharfe und Wetterharfe. — Ueber Tonleiter; harte und weiche Tonart; Accorde; Consonanzen und Dissonanzen; Melodie; Combinationstöne; den Gesang der Vögel etc. mündlich. — Gehler a. a. O. Art. Ton; Sulzers Theorie der schönen Künste; Chladni a. a. O.

X. CAPITEL.

VON DEM LICHTE.

A) *Von der sinnlichen Wahrnehmung des Lichtes.*

§. 145.

Die Empfindung des Sehens, durch die wir Lage, Gestalt, Grösse, Bewegung und Farbe der Körper zu beurtheilen vermögen, wird in unserem Gesichtsorgane, durch die Wirkung eines eigenthümlichen Phänomens der Gegenstände, welches wir Licht (Lux, lumen) nennen, begründet. Helligkeit, Durchsichtigkeit, Weisse und Farbe sind für unser mit Bewufstseyn thätiges Sehorgan, die allgemeinsten Wirkungen des Lichtes, die eben so von einander abweichen als die Bedingungen verschieden sind, unter denen das Licht hervorgeht, sich fortpflanzt und verschwindet. Mit der Wegnahme des Lichtes schwindet auch die Fähigkeit des Sehorgans die Gegen-

stände zu sehen, und diesen Zustand nennen wir als Gegensatz der Helligkeit (Claritas) Finsternifs (Obscuritas).

1) Das zwiefache Sehorgan des Menschen, besteht (in jeder Hälfte des Körpers) aus einem von Nervenmark gebildeten zarten Häutchen, welches mit dem aus sehr mannichfaltig gebildeten Körpern bestehenden Auge (Oculus) organisch verbunden ist. Das Auge (von den übrigen ihm zugehörenden Theilen gesondert gedacht: auch Augapfel Bulbulus oculi genannt) liegt in der pyramidalischen Augenhöle (Orbita), deren Oeffnung die Augenlieder (Palpebrae) als haütige Falten bedecken, die vermöge gewisser Muskeln geöffnet und geschlossen werden können, und deren äussere Hautfläche von dem mit Wimpern (Cilia) besetzten Rande, in die zartere innere und diese in die höchst feine durchsichtige Verbindungshaut (Tunica conjunctiva s. adnota, welche die Vorderfläche des Augapfels überzieht) übergeht. Der Augapfel kommt rücksichtlich seiner Gestalt einer Kugel sehr nahe, nur ragt der vordere durchsichtige Theil etwas hervor. Er wird durch vier gerade Muskeln nach allen Richtungen, und durch zwey schiefe um seine Axe bewegt, und besteht aus mehreren Häuten, deren drei concentrisch in dem hinteren kleineren Theile liegen: 1) die harte oder weisse Haut (Tunica sclerotica s. albuginea, aus dichtem weissem Zellgewebe gebildet, keine Nerven und wenige Adern habend, dick und stark, den inneren Theilen zur Anhaltung und dem ganzen Augapfel zur Befestigung dienend); 2) die Aderhaut (T. chorioidea, dünn und zart, ohne Nerven aus nahe

an einander laufenden Adern und einem zarten Zellgewebe bestehend, welches mit einem schwarzen dickflüssigen Stoffe — vergl. 687 — durchdrungen und besonders auf der inneren Fläche überzogen ist); sie zieht sich nach vorn in den Faltenkranz (Corpus ciliare) zusammen, dessen Falten (Processus ciliares) auf dem vorderen Rande der Linse liegen. 3) Die Netz-, Nerven- oder Muskelhaut (Retina s. T. nervea, weich sehr dünn und zart, aus nicht netzförmigen durchaus gleichmässig zusammenhängenden Nervenmarke bestehend, auf der inneren Fläche mit einem feinen Adernetze überzogen, und nach der von dem Jesuiten Scheiner — ejusd. oculus. p. 176 — zuerst erwiesenen Vermuthung, den eigentlichen Sitz des Sehens darstellend). Der vordere kleinere Theil enthält die durchsichtige Hornhaut (T. cornea, dick, der Gestalt eines Abschnittes von einer hohlen Kugel ähnelnd, auf die für sie verhandene fast kreisrunde Lücke der Sclerotica aufgesetzt, und in der genannten Haut durch ein sehr derbes Zellgewebe befestigt). Hinter ihr ist die Regenbogenhaut (Iris) eben ausgespannt, welche insbesondere auf ihrer hinteren Fläche, auch die Traubenhaut (Uvea) oder die Blendung genannt wird. Sie hat zum Eingange der Lichtstralen in der Mitte ein rundes Loch, das Lichtloch, die Sehe (Pupilla, welches sich bei schwachem Lichte erweitert, bei starkem verengt) und besteht aus Adern und Nerven, welche von ihrem Umfange zum Lichtloche hinlaufen. Die Häute des Auges hängen theils unter sich zusammen, theils enthalten sie Höhlungen, welche mit drei durchsichtigen Medien, die gewöhnlich die Feuchtigkeiten (Humores) genannt werden, erfüllt sind: 1) Dieje-

nige Höhle (im grösseren hinteren Theile des Auges) welche von der umgebenden Sclerotica nnd Chorioidea und zunächst von der Nervenhaut gebildet wird, enthält den kugligen, nach vorne etwas abgeplatteten Glaskörper (Corpus vitreus), der aus dem zarten, durchsichtigen, Glashäutchen (Membrana hyaloidea) und der darin liegenden durchsichtigen Glasfeuchtigkeit (Humor vitreus) besteht. 2) An der vorderen Fläche des Glaskörpers liegt die convexconvexe Krystalllinse (Lens crystallina), deren hintere Fläche erhabener ist als die vordere, und die mit ausserordentlicher Durchsichtigkeit, grosse Festigkeit verbindet. Sie ist von einer durchsichtigen häutigen Kapsel (Capsula lentis crystallinae) eingeschlossenen (deren hinterer Theil an der Glashaut haftet) und zunächst von einer durchsichtigen tropfbaren Flüssigkeit, die Morgagnische Feucktigkeit (Liquor Morgagni) genannt umgeben. Reils Beob. über die fasrige Structur der Krystalllinse, in Grens Journ. d. Phys. VIII. 325. 3) Den noch übrigen kleinen Theil der Höhle des Augapfels, vor der Linse, theilt die Iris in zwei Theile — die vordere und hintere Kammer (Camera anterior et posterior) genannt —, welche mit der durchsichtigen wässrigen Feuchtigkeit (H. aqueus) angefüllt sind. Der Längendurchmesser des Augapfels erwachsener Menschen beträgt ohngefähr 11$\frac{1}{3}$ par. Linien. Denkt man sich eine gerade Linie, senkrecht auf der Mitte der Ebene der Pupille stehend, von vorn nach hinten durchs Auge laufend, so heifst diese die Axse des Auges. In dem hintereren Theile des Augapfels, zur Seite der Axe, etwas nach der Nase zu, treten die dicken Augennerven (Nervi optici) von einem eigenen

Gehirnhügel (Talamus nervi optici) kommend, so bald sie über den Hirnschädel fortgegangen, sich kreuzend, so daſs der rechte zum linken und der linke zum rechten Auge gelangt, durch ein Loch (Foramen opticum) in der aus sieben Knochen der Hirnschale und des Oberkiefers gebildeten Augenhöhle (vergl. oben) in dieselbe ein; schon beim Eingange die äussere Platte der ihn begleitenden harten Hirnhaut (die zur Beinhaut der Augenhöhle wird), und (indem er durch die Sclerotica und Chorioidea geht), die innere Platte derselben Haut (welche sich mit der Sclerotica durch Zellgewebe verbindet) ablegend, und nun sein Nervenmark in die Nervenhaut ausbreitend. Neben den Eintritt des Sehnerven, nach aussen zu, gerade in der Axse des Auges, hat die Retina (nach Sömmerings Beobacht.) einen eirunden, gelblichen, in der Mitte stärkeren, nach dem Umkreise zu schwächer gefärbten Fleck, an dessen Stelle die Nervenhaut eine geschlängelte Falte bildet, vertieft ist und ein kleines Loch zu haben scheint. Dr. Michaelis: über einen gelben Fleck und ein Loch in der Nervenhaut des menschl. Auges; im Journ. d. Erfind. Theorien und Widersprüche in der Natur- u. Arzneiw. St. XV. 3. ff. Alb. v. Haller Grundriſs d. Physiologie, aus d. Lat. m. Anm. v. Söhmering u. Meckel. Berl. 1788. Cap. XV. Hildebrandt a. a. O. 502—507. G. Adams Anweisung zur Erhalt. d. Gesichts und zur Kenntniſs der Natur des Sehens, aus d. Engl. von Fr. Kries. Gotha 1794. 8. — Ueber das allgemeine Verhältniſs des Sehorganes zum Lichte S. 14 ff. dies. Grundr. — Beschreibung der Art wie die einzelnen Theile des Auges beim Sehen thätig sind, weiter unten.

2) Die Augen der Säugethiere kommen mit dem menschlichen Auge mehr oder weniger überein. Einige (z. B. die der Affen, Bären, Pferde;) haben noch eine halbmondförmige muskulöse Haut als innere Augendecke (Membrana nictitans). Der Augapfel der wiederkäuenden Thiere ist mehr breiter als lang; und beim Hirsche scheint die Sclerotica schwarz zu seyn, so wie überhaupt die Farbe der Häute bei den den Säugethieren mehr oder minder abweicht; z. B. spielt die Hinterfläche der bräunlichen Aderhaut bei den Thieren, welchen das schwarze Pigment fehlt, in vielen Farben, bald silberfarben, grün, blau, gelb, und nur bei kurzsichtigen reissenden Thieren, welche des Nachts ihren Raub suchen, findet sich das schwarze Pigment vollständig. Bei einigen ist die Krystalllinse sphärisch, und die Stralenbänder bilden grosse im Wasser schwimmende Flocken; z. B. bei den Kühen, bei den fleischfressenden etc. mehr oder weniger flach. Beim Kaninchen, Mäusen etc. ist die Iris roth, bei Katzen, Wölfen etc. gelb. Die Pupille ist bei den zweispaltigen, wiederkäuenden, grasfressenden Thieren queerlänglich; bei den Hirschen wie ein Parallelogram, beim Schaaf; bei der Katze am Tage länglich schmal, Nachts rund und weit; beim Rochen mond- und kammförmig; und bei einigen (z. B. junge Hunde) mit einer eigenen Haut (Membrana pupillaris) bedeckt. Die Affen haben in der Netzhaut einen gelben Fleck, und die meisten Säugthiere besitzen noch einen siebenten — den zurückziehenden Muskel (Suspensior oculi s. choanoideus), der bei Pferden, Hunden und Katzen in 4 besondere Portionen getheilt ist, so daſs sie acht Muskeln haben. — Die meisten Vögel sehen am

Tage, nur wenige in der Dämmerung, dann aber ausserordentlich scharf. Ihr Augapfel ist nach hinten zu sphärisch, nach vorne zu flach. Die Krystalllinse liegt in einem schwarzen kegelförmigen Beutel und ist sphärisch; und auf alle Entfernungen der Gegenstände richtungsfähig. Daher vorzüglich die Raubvögel in der weitesten Ferne die kleinsten Objecte bemerken. Einige Vögel z. B. die Papageien können in leidenschaftlicher Stimmung ihre Pupille bei schwachem Lichte abwechselnd öffnen und schliessen. Das schwarze Pigment, wird durch im gläsernen Körper befindliche schwarze Fächer vertreten. Vom Anfange der Netzhaut geht aus dem Sehnerven zur hintern Fläche der Krystallinse ein haütiges, gefäſsreiches, schwarzbraunes, fächerartiges gefaltetes Parallelogramm, der Kamm (Pecten), und nach aussen ist die Netzhaut mit schwarzem Schleim überzogen. Die Augen aller Vögel stehen seitwärts, und ihre Blinzhaut hat einen eigenen Muskel; gewöhnlich ist von aussen nichts als die Iris sichtbar, jedoch weichen hierin einige, z. B. der Lämgeier (Falcus barbatus) ab. Die Sclerotica des Auges dieses stets in Schneeregionen lebenden Vogels, bildet einen weiten orangegelben Wulst um die Cornea, so daſs man beim ersten Anblick die Iris (welche blasgelb ist und sich hinter die Sclerotica zurückziehen kann, wenn sich der Augenstern erweitert) für so gefärbt halten sollte. Der Corp. ciliare ist groſs, um die Krystalllinse anliegend ein Netz bildend; die Netzhaut ist tief orange und scheint durch das Pigmentum nigrum durch. — Der Augapfel der Amphibien ist groſs, fast kugelförmig und mit einer fast durchsichtigen Augendecke versehen, die

jedoch nur beim Chamäleon am Augapfel befestigt, chagrinartig und vor der Pupille durch eine horizontale Spalte getheilt ist. Die meisten Amphibien (vorzüglich das genannte) können ihre Augen ohne Augenmuskeln, bloſs durch Zusammenziehung der Augendecke nach verschiedenen Richtungen bewegen. Nur wenige Amphibien lieben das Tageslicht sehr, z. B. die grüne Eidexse und der grüne Wasserfrosch; der Laubfrosch hingegen nur das Lampenlicht. — Die Augen der Fische sind meist nakt; nur bei den Weich- und Schleimfischen mit einer knorpelartigen (Blinz-) Haut versehen. Ausser den gewöhnlichen Häuten haben sie noch die Gefäſshaut und die Ruyschische Membran. Die Hornhaut ist getheilt; die Aderhaut silberfarbig und häufig mit der Glashaut verwachsen. Die Netzhaut ist mit Schleim überzogen. Aus dem Sehnerven kommt eine Arterie mit zwei Aesten, von denen der eine sich auf der harten Fläche des Glaskörpers vertheilt, der andere um die Netzhaut herum, zu einem dem schwarzen Fächer der Vögel ähnlichem Organe (die Campanula gen.) geht. Die Krystalllinse ist kuglich und ihr schuppicher Kern ist äusserst hart. Die Ciliarkörper fehlen. Nur bei den Knorpelfischen (die hierin den vorhin aufgeführten Thieren ähneln) durchkreuzen sich die Sehnerven. Die Augen der Fische sind nach allen Seiten drehbar; sie sehen genau und schnell. Sie liegen gewöhnlich in der Mitte des Kopfs sehr tief in ihren Augenhöhlen; beim Drachenbarsen stehen sie hervor; beim Pfaffenfisch liegen sie im Scheitel; bei den Seebrassen und Bärsen oben an der Seite des Kopfes, und bei den Schollen nur auf einer Seite. — Bei den Insecten geht gleichsam die ganze

Gestaltung des Thiers auf vielfache Anlage zur Augenbildung hinaus. Man bemerkt bei ihnen zweierlei Arten von Augen: zusammengesetzte (Oculi polyedrici, compositi, majores, unbeweglich an beiden Seiten des Kopfes liegend) und einfache (oder Nebenaugen Oculi simplices, minores, Ocelli, Stemmata, gewöhnlich drei auf der Stirn in einem Dreieck stehende kleine, dnrchsichtige, von einem Rande umgebene Puncte). Den Augen fehlen die Bedeckungen, und die Hornhaut der ersteren Art, ist sehr hart, nach Innen mit Pigment überzogen und besteht aus zahllosen (Sechsecken) in der Mitte erhabenen Flecken, die man als eben so viele Hornhäute betrachten kann; deren Anzahl und Figur bei den verschiedenen Arten der Insecten sehr abweicht. Z. B. auf dem Auge jeder Seite beträgt die Anzahl bei der Ameise 50, bei der Stubenfliege 4000, beim Seidenspinner (Phalaena Bombyx mori), 6000, bei den Libellen 12544, bei den Tagfaltern 17355 und bei den Blumenkäfern 25088. Bei den Tagfliegen stehen die Nebenaugen an den Fühlhörnern, bei anderen auf der Schulter. Larven und Puppen haben nur Nebenaugen; einigen Käferarten fehlen sie ganz. Die zusammengesetzten Augen dienen den Insecten zum Sehen entfernter, die einfachen zum Sehen naher Gegenstände. — Bei den Polypen und Eingeweidwürmern findet man keine, bei den Mollusken hingegen und vorzüglich bei den Dintenfischen vollkommene Augen, Die Iris ist sehr grofs, und mit einem mondförmigen Deckel zur Bedeckung des oberen Randes der Krystalllinse versehen, der vorzüglich bei der Seekatze (Sepia loligo) deutlich ist. Die Krystalllinse ist äusserlich weich, innerlich hart und con-

centrisch lamellös. Bei den Schalthieren hält man z. B. bei den Austern die zwei Flecke des grössern Seitenhorns, bei der Landschnecke den schwarzen Punct an der Spitze der Fühlfäden für Gesichtsorgane.

3) Nicht immer bedarf es ausser dem Auge gegebenes Licht, um das Auge zum Sehen zu bringen. Hieher gehört die Lichterscheinung, welche bei starkem Stosse gegen das Auge, bei heftigem Niesen, beim hypochondrischen Schwindel, beim Reiben der Augenlieder einzutreten pflegt; so wie auch das galvanische Leuchten im Auge; vergl. S. 510. LICHTENBERG (dessen Magaz. II. 3. S. 155) bemerkte einst des Nachts bei heftigem Schreck, ein einige Secunden ananhaltendes Leuchten, welches die ganze Umgebung deutlich unterscheiden liefs; etwas ähnliches bemerkte einer meiner ehemaligen Zuhörer, Herr Dr. EISENLOHR, jetzt Arzt in Russischen Diensten; vergl. m. Grundr. d. Chemie. I. S. 183. — Ueber den Nervenzustand der Sonnambälen, und mehrerer zur Nachtzeit sehenden Thiere, beiläufig mündlich.

4) Zur Erklärung des Sehens sind von jeher sehr verschiedene Hypothesen aufgestellt worden; abgesehen davon, ob man einen eigenen Lichtstoff (S. 598) statuirt, oder die Lichtphänomene für besondere Zustände der Körper hält, scheint doch aus allen Beob. hervorzugehen, dafs das sehende Auge in den Zustand des (graduell sehr verschiedenen) Selbstleuchtens versetzt wird, und dafs dieser Zustand auf den Sehnerven erregend fortwirkt. Vergl. KASTNER in den Studien herausgeg. von DAUB u. CREUZER II. 74. ff. u. s. Grundr. d. Chem. I. 178—184. Ob sich diese Erregung zunächst auf Erzeugung eines blofs electri-

schen Gegensatzes beschränke (S. 701 und RITTERS Beitr. letztes Stück. Jena 1805.), oder ob diese Wirkung vielmehr begleitendes Phänomen des ursprünglich im Augennerven thätigen organischen Processes sey (S. 686 u. 687) ist unentschieden, und Gegenstand der Physiologie. Vergl. OKENS Biologie, KESSLER üb. die Natur der Sinne; WALTHERS Physiologie etc. — Nur leuchtende oder erleuchtete Gegenstände sehen wir; die dunkeln unterscheiden wir nur in sofern, als sie nicht Licht entwickeln, und die Umgebung trüben.

5) Die Meinungen der Alten über die Art wie das Sehen bewirkt wird, waren sehr verschieden; die der griechischen Philosophen führt vorzüglich PLUTARCH (de Placitis philosophor. IV. C. 13. 14.) auf. DEMOCRIT, EPIKUR und PYTHAGORA's näherten sich derjenigen Ansicht, zu der wir durch PORTA und KEPPLER in neuern Zeiten gelangt sind, der zufolge das Licht der Gegenstände ins Auge gelangend auf der Netzhaut die Bilder der Gegenstände darstellt; sie nahmen an, daſs etwas von den gesehenen Gegenständen ins Auge komme, jedoch ohne das Wie dieser Fortpflanzung deutlich zu bestimmen. EMPEDOKLES und HIPPARCHUS gestatten Vermischungen der angeblich aus dem Auge kommenden Lichtstralen mit den Bildern oder Stralen der Gegenstände; PLATO nimmt eine ähnliche Zusammenstralung an; und setzt als nothwendige Bedingung zum Sehen, ausser der Action des leuchtenden Gegenstandes, die Reaction des lebendigen Organs. Den Stoikern war das Sehen ein Fühlen des Auges mittelst des zwischen Auge und Gegenstand beweglich angenommenen Lichtkègels. HELIODORUS von LARISSA glaubte, daſs kein

Licht ins Auge, sondern von dem Auge zu den Gegenständen gelange, und im Momente der Berühung durch eine besondere Art von Rückwirkung die Empfindung des Sehens gebe. Aristoteles (de anima) meint, daſs das Licht das ursprünglich Durchsichtige sey, welches durch die Farbe der Dinge in Bewegung gesetzt werde, und nun den fühlenden Gesichtssinn bewege. Das Licht sey kein Feuer, kein Körper, kein materieller Ausfluſs, sondern nur Gegenwart eines solchen Mittels im Durchsichtigen Hierüber, so wie über neuere Ansichten vergl. Priestlei's Geschichte der Optik; übers. v. Klügel S. 114. ff. Aristoteles Durchsichtige kehrt gewissermassen in Eulers Aether wieder.

6) Nicht weniger verschieden waren von jeher die Meinungen über das Wesen des Lichtes, die hauptsächlich darin abweichen, daſs der eine Theil das Licht als etwas Immaterielles, als eine nur unter gewissen Verhältnissen eintretende (der Schwere zum Theil entgegengesetzte) Beschaffenheit betrachtet, während der andere Theil sich berechtigt hält, als letzten Grund aller Lichtphänomene eine elastisch-flüssige und unwägbare Materie (den Lichtstoff, vergl. S. 598) anzunehmen, welche einige für einfach und ursprünglich homogen, andere für (in Farben) zersetzbar halten. Zur ersteren Meinung gehören Bacons propagines spirituales (ejusd. de augmentis scientiar. p. 119. u. 810. — in der Frankfurter lat. Ausgabe v. 1655. Fol.); und gewissermassen auch Decartes Kügelchen, deren durch den Druck eines leuchtenden Körpers bewirkte Bewegung das Licht hervorbringe. (Pricip. philos. p. III. p. 55.) Nach Huygens besteht diese Bewegung in wellenförmigen

Schwingungen (Opera Vol. III. 46.), Isaak Vossius, du Hamel u. a. betrachteten das Licht als eine Qualität der Körper, Leonhard Euler (nova theoria lucis et colorum; in s. Opusc. varii argumenti. Berolin. 1746.) hingegen, trat mit der Annahme des Aethers als einer flüssigen überall verbreiteten Materie (welche durch leuchtende Körper in zitternde Bewegung gesetzt wird, und so das Lichtphänomen gewährt) den frühern Hypothesen eines Descartes, Huygens und Hooke in seinem sogen. Vibrationssysteme bei, nachdem er Neutons Emanationssystem mit vielem Scharfsinne bestritten hatte; vergl. Memoires de l'acad. de Prusse 1752. p. 271 etc. Lettres à une princesse d'Allemagne. Mietau u. Leipz. I. Livr. 17—31. Nach E. sind leuchtende Körper solche, welche durch eigene Kraft in Schwingung gerathen und diese Bewegung dem Aether mittheilen; dunkele Körper hingegen solche, welche zwar (der ursprünglichen Schwingung unfähig nur) von dem zitternden Aether geschlagen werden, diese Schläge jedoch wiederum von ihrer Oberfläche aus zurückgeben (spiegeln), während durchsichtige Körper, die Schläge theils in der empfangenen Richtung, theils mehr oder minder modificirt durch ihre ganze Masse fortsetzen. Ein Lichtstral ist nach dieser Hypothese eine geradlinigte Reihe von Schlägen (pulsus) gegen die Aethertheilchen und Farbe, der Unterschied der verschiedenen Geschwindigkeit dieser aufeinander folgenden Schläge. — Entfernt ähnlich dieser Hypothese ist die alte Meinung, daſs das Licht nicht von der Sonne komme, sondern daſs sich ein Aether-artiges Wesen vor Sonnenauf- und nach Sonnenuntergang in der Luft verbreite, welches von

der Sonne (und jedem leuchtenden Körper) ohngefähr so abgestossen werde, wie sich die feindlichen Pole des Magnets von einander entfernen. Vergl. Voltaire Raison par Alphabet. Art, Genése, et questions sur l'Encyclopedie. In neueren Zeiten hat sich vorzüglich A. N. Scherer für die Immaterialität des Lichtes erklärt (dessen Nachträge zu den Grundzügen der neueren chemischen Theorie, Jena 1796. S. 18—185), indem er es für ein Phänomen an den in Activität befindlichen Körpern hält; eine Meinung der ich mich zum Theil angeschlossen habe (Kastners Grundr. d. Chemie. I. Thl. 272 ff.) Allgemeiner sowohl bei früheren als auch bei jetztlebenden Physikern ist die Annahme der Materialität des Lichtes, welche das Licht als etwas Selbstständiges, Gesondertes oder Sonderungsfähiges betrachtet. Alle Naturforscher, welche sich Körperlichkeit und Geistigkeit nicht als relativ entgegengesetzte Zustände eines und desselben Seyenden, sondern als absolute Gegensätze des Seyns dachten, haben dieser lezteren Ansicht des Lichtes gehuldigt. Dahin gehören vorsüglich Gallilei, Kepler, Neuton, Boyle. Ohnerachtet, Neuton (dessen Optiks. Lond. 1701. 4. Optice sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri III. Lat. redd. Sam. Clarke. London 1706. — Laus. et Genev. 1740. 4.) sich nicht sowohl auf Hypothesen über die Natur des Lichtes einliefs, als sich vielmehr nur bemühte durch schon vorhandene Erfahrungen und neue Vers., das Daseyn der Eigenschaften des Lichtes zu erforschen und so die Gesetze der Fortpflanzung und etwaigen Veränderung desselben auszumitteln, so hat man dennoch das sog. Emanations- oder Emissionssystem ihm

zugeschrieben, und aus einigen dem gedachten Werke angehängten Fragen (vorzüglich aus questio XIX.) abgeleitet. Dieser Hypothese zufolge ist das Licht eine reine höchst elastische Flüssigkeit, welche von durchsichtigen Körpern durchgelassen, von weissen unverändert, von farbigen Körpern zerlegt (und nur zum Theil) zurückgeworfen wird. Dunkele undurchsichtige Körper werfen das Licht (von ihren glatten Oberflächen) entweder zurück, oder absorbiren es vollständig, und erscheinen in diesem lezteren Falle schwarz. Phosphoren (642) nehmen einen Theil des sie erleuchtenden Lichtes in sich auf, und lassen ihn (nach dem Gesetze des Gleichgewichts) nach einiger Zeit wieder fahren. Bei Verbrennungen und ähnlichen Processen wird das Licht als frei bewegliches Licht entbunden, ohne von der nächsten Umgebung bedeutend absorbirt zu werden, und gelangt so, wie das Licht jedes leuchtenden Körpers ins Auge etc. Homberg, T. Bartholinus, Macquer, de Morveau, Scheele, Weigel, Baumé, Girtanner, Hagen und Link, Dizé und Berthollet halten theils Wärme und Licht für Modificationen einer und derselben Materie, theils betrachten sie das eine Phänomen als den durch Verschiedenheit in der Bewegung veränderten Ausdruck der Wirkung des andern. Nach Schelling ist Lichtstoff freier Wärmestoff, und Wärme gebundener Liehtstoff. Winterl läſst das Licht auf Materien durch zwei relative Kräfte wirken, eignet ihm aber alle entgegengesetzten Eigenschaften der Materie zu; vergl. 616 u. Heidelbergische Jahrb. d. Liter. f. Mathem. Phys. u. Kameralwissensch. III. Jahrg. 2s H. S. 79 ff. 1810. 8. u. S. 638 dies. Grundr. Die Dynamiker betrachten das Licht als die Wirkung der

Dehnkraft; vergl. ebend. I. Jahrg. 2s Hft. Anzeige von Hildebrands dynam. Naturlehre. Scheele, (Abhandl. von Luft u. Feuer. Leipz. 1782. 73.) Bergmann (a. a. O. S. 30), Leonhardi (Anmerk. zu Macquers Wörterb.), Weigel (Grundr. d. reinen u. angew. Chemie. Greifsw. 1777. §. 1. ff.), Margan (Philos. Transact. of the royal society of London; Vol. L. XXV. 1785. I.) u. a. halten das Licht für chemisch zusammengesetzt. Ein Ungenannter hält Licht und Sauerstoff für identisch (Journ. d. Erfind. Theorien u. Widersprüche, Gotha 1797. St. 23. 25. Widerleg. durch Juch ebend. St. 26.), eine Meinung die neuerlich wieder verschiedentlich in Schutz genommen worden; Bartels (Grundlinien einer neuen Theorie der Chemie und der Physik. Hannover 1804. 25. ff.) hingegen glaubt sich berechtigt: Kohlenstoff für gebundenes Licht, und Licht für freien Kohlenstoff halten zu dürfen. Hermbstädt läist das Licht aus Wärmestoff und einem eigenen durch Anziehung damit gepaarten Stoffe (N. Allg. Journ. d. Chem. II. 13.), und Tissier (Essai sur la Theorie des trois élemens, comparée aux élemens de la Chimie pneumatique. Lyon An. 12. 1804. u. a. a. O. IV. 347.) aus einem „Acide élementaire primitif solaire" dem Ursauerstoff und dem Phlogiston bestehen. de Luc (Idees sur la Meterorologie. Berl. 1787. I. §. 115—264.) und Marat (Decouvertes sur le feu, l'électricité et la lumière) halten das Licht nicht für ein an sich warmes, sondern die (angeblich in den Körpern enthaltene) elastische Wärmematerie (Fluide igné) bewegendes, und dadurch fühlbare Wärme bewirkendes Fluidum. Einige neuere Naturforscher schliessen sich der schon vom Verfasser

der Genese (indem dieser die Erschaffung der Sonne und des Mondes vier Tage nach der Erschaffung des Lichtes setzt) berührten Meinung an, der zufolge in dem Lichte die ursprünglich cosmische Materie gegeben seyn soll, aus der durch eintretende Anziehungen nach und nach sich Körper und Welten bildeten, und in deren mehr ursprünglichen Zustand jeder Körper zurückzugehen strebt, in sofern er leuchtet; die Beurtheilung der verschiedenen Ansichten über die Natur des Lichtes, weiter unten; einstweilen vergl. man noch die S. 10—11, 21, 529—530 und die bereits in dies. Cap. erwähnten Schriften; ferner Athan. Kircher, Ars magna luminis et umbrae. Edit. alter. Amstelod. 1671. Links Beitr. zur Chem. u. Phys. II. Rostock u. Leipz. 1796. J. Wagner Theorie des Lichtes u. der Wärme. Leipz. 1802. 8. Blackburns Theorie des Lichtes etc. in Tillochs Philos. Mag. Vol. VI. N. 24. Mai 1800; übers. in Bradley u. Willichs phys. med. Journ. für Deutschl. bearb. v. Kühn S. 944. 1801. — Ueber d. Idendität des Lichtes u. der Wärme, in Richters: Ueber d. neuern Gegenst. St. 7. S. 65. A philosophical concerning light. By B. Higgius. Lond. 1776. 8. An essay on fire. By C. R. Hopson. Lond. 1781. 8. Commentatio de lucis in corpus humanum vivum praeter visum efficacia — auct. J. G. Ebermaier. Götting. 1794. 4. Vers. einer Geschichte des Lichtes in Rücksicht seines Einflusses auf die gesammte Natur und auf den menschlichen Körper, ausser dem Gesichte, von J. C. Ebermaier. Osnabrück 1799. 8. Rodigs Theorie d. Lichts f. Chemie u. Physik. Fischers phys. Wörterb. III. 253. J. J. Engel: Vers. üb. d. Licht. Berlin 1800. 8. Placidus Heinrich Preisschrift: kommt

das NEUTONsche oder EULERsche Syst. v. Lichte mit d. neuesten Erfahrungen d. Phys. überein. In d. neuen philos. Abhdl. d. Baierischen Akad. d. Wissensch. V. Bd.

7) Körper die Licht entwickeln nennen wir leuchtende Körper (Corpora lucida), die übrigen hingegen, in sofern sie nur mittelst des von jenen entwickelten Lichtes sichtbar werden, erhellte oder erleuchtete Körper (C. illuminata), Körper welche bei erhellter Umgebung zwischen dem sehenden Auge und einem Gegenstande gebracht, das Sehen dieses Gegenstandes hindern, heissen undurchsichtige Körper (C. opaca); solche hingegen welche unter gleichen Umständen das Sehen nicht hindern, durchsichtige oder transparente Körper (C. pellucida, diaphana, transparentia).

8) Derjenige Theil der Physik, welcher sich mit der Untersuchung des Lichtes beschäftigt, heiſst Photologie; derjenige Zweig dieser Wissenschaft, welcher das Licht nur als in geraden Linien sich verbreitendes zum Gegenstande hat, heiſst die eigentliche Optik, der welcher die Zurückstralung des Lichtes untersucht, die Katoptrik, und der welcher die Phänomene der sog. Brechung desselben angiebt, die Dioptrik. Sonst bezeichnet man auch den mathematischen Theil der ges. Lehre durch Photometrie. — J. H. LAMBERT Photometria etc. Aug. Vindelic. 1760. 8. Vollständ. Lehrbegriff d. Optik n. d. Engl. d. ROB. SMITH m. Anm. u. Zus. v. A. G. KÄSTNER. Altenb. 1755. 4. W. J. G. KARSTEN Lehrbegriff d. ges. Mathemat. VII. u. VIII. Th. Greifsw. 1775. 777. 8. Grundlehren d. Photometrie v. K. C. LANGSDORF. I. u. II. Abthl. Erlangen 1803. 1805. 8.

B) *Von der Erregung und Fortpflanzung des Lichtes.*

§. 146.

Alle des Selbstleuchtens fähige Materien entwickeln ihr Licht nur dann, wenn sie von aussen auf irgend eine Weise dazu bestimmt werden, und der Erfahrung gemäfs lassen sich diese bestimmenden Verhältnisse auf folgende Hauptbedingungen zurückführen: 1) Erhitzung, 2) heftige Reibung, Druck oder Stofs, 3) Entwickelung und Ausgleichung der Electricitäten, 4) heftige chemische Durchdringung, 5) schon vorhandenes Licht, in sofern es auf mehr oder weniger ungefärbte Körper fällt: 6) organische Thätigkeit besonders des Auges, Selten oder nie ist in leuchtenden Körpern nur eine dieser Bedingungen für sich gegeben, sondern es kommen vielmehr deren stets mehrere zugleich vor, und greiffen oftmals so in einander ein, dafs es schwer hält sie von einander zu unterscheiden, oder den Antheil der einen oder anderen ohnfehlbar festzusetzen.

1) Jeder bis zu einem bestimmten Temperaturgrade erhitzte Körper wird leuchtend; man nennt dieses Leuchten das Glühen desselben, und unterscheidet das anfänglich nur im Dunkeln bemerkbare, verschiedene Nüancen durchlaufende Rothglühen, als den geringsten Grad, und das Weifsglühen (647) als den höchsten Grad. Wedgwoods Beob. zufolge (Phi-

los. Transact. 1792. P. I. 28. ff. übers. in Grens Journ. d. Phys. VII. 55. ff.) verbreiten sehr verschiedene Körper ein mehr oder minder gleiches (gewöhnlich rothes) Licht, wenn sie fein zertheilt, an einem dunkelen Orte, auf eine dicke eiserne oder erdene (aus der gebrannten Mischung von Thon und Sand verfertigte), bis unterhalb dem Rothglühen erhitzte Platte, gestreut werden. Die Erdarten und die Metalle entwickelten unter diesen Umständen, ein mehr weisses, Granit, reiner Kalk und Flufsspath ein blaues oder blaulichweisses Licht. Die Apatite und die Flufsspathe, unter den lezteren vorzüglich die grünen und violetten leuchten mässig erhitzt sehr stark, theils mit grünlichen, theils mit blaulich weissem Lichte, jedoch dürfen die lezteren nicht vollkommen geglüht werden, wenn sie dieses Phänomen öfters gewähren sollen. Wahrscheinlich ist das Leuchten der Flufsspathe zugleich durch Oxydation begründet; Delametherie sah erhitzte Neutralsalze; Keysler erhitztes Marienglas und Razoumowsky erhitzten Quarz leuchten. — Werden nach W. (a. a. O. VIII. 97--100.) u. a. geschmolzenes Fett und ähnliche Substanzen, so wie auch Schwefelsäure bis zum Sieden erhitzt, und dann entweder für sich oder mit harten Körpern, Sand, Kiesel etc. heftig geschüttelt (also gerieben), so leuchten sie ebenfalls, wobei wahrscheinlich gleichzeitige Electricitätsentwickelungen Stattfinden. Werden Demante, Zirkone, Bergkrystalle, Quarze, Amethyste, Feuersteine und Cocholonge (nach Lichtenberg), verschiedene Kalkarten (nach Sewergin), Picnitte, rothe (Scharfenberger) Blende, (nach Hoffmann) Feldspathe, u. m. andere harte Fossilien aneinander gerieben, so

leuchten sie, und zwar sowohl in der atmosphär. Luft, als auch unter dem Recipienten der Luftpumpe, unter Wasser, Weingeist, Oel u. a. Flüssigkeiten im Dunkeln sehr lebhaft. Die Kieselfossilien verbreiten dabei einen eigenthümlichen, dem brennenden Horne oder den electrischen Flüssigkeiten ähnelnden Geruch. und zeigen in der Luft kleine schwarze Stellen (zertetzte Kieselerde?). Das Phänomen ist zum Theil electrisch. Auch gehört hieher das unter gleichen Umständen eintretende Leuchten des Glases nach Hawksbee und Razoumowsky, des Porzellans nach Pott, des krystallis. schwefelsauren Kali nach Giobert, des sublim. ätzenden salzsauren Merkurs nach Macquer, des milden salzs. Merkurs nach Scheele u. Trommsdorff, des Boraxes und der frisch geglühten reinen Talkerde nach Tingry, des Zuckers etc. Vergl. Crells neueste Entdeck. I. 79. Dessen Ann. 1799. II. 291. v. Molls Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde. III. 317. Trommsdorffs Journ. d. Pharmac. II. I. S. 61—64. Journ. de Phys. T. XXXVI. (Avr. 1790.) S. 256 u. Gren a. a. O. II. 437—445. Kastners Beiträge II. 227. Schlägt man (nach Kirwan) Stahl und Stein unter Wasser zusammen, so schmelzen die entstehenden Funken, die kleinen Stahltheilchen zwar auch (648), aber ohne sie zu verbrennen. Mehr electrischen Ursprungs als durch Wärme hervorgebracht scheint das Licht zu seyn, welches Fletcher (Nicholsons Journ. of Chemistr. etc. 1803. IV. 280) u. Remer (Gilberts Annal. VIII. 336 u. XVII. 23.), und früher schon Polhem (Kastners Beitr. II. 225) an einigen Windbüchsen sahen, wenn sie stark geladen abgeschossen wurden; vergl. auch Weber in Gilberts Annal. XI. 544. Wolf ebendas. XII. 608.

Mollet ebendas. XVIII. u. Wolf in Voigts Magaz. IV. 826. An grossen schwingenden Glas- und Metallscheiben konnte ich bis jetzt, mehrerer Vers. ohnerachtet, auch in der stärksten Dunkelheit, kein Leuchten wahrnehmen.

2) Ueber das electrische Licht vergl. S. 338—339, u. Cap. V, VI S. 419 ff.; über das die chemische Durchdringung begleitende Licht Cap. VII. vorzüglich S. 592, 597, 634 u. ff. Ausser den a. a. O. erwähnten Beob. über die durch chemische Thätigkeit begründeten Lichtentwickelungen sind noch folgende besonders merkwürdig. Schwaches Leuchten bemerkt man am reinen frichgebrannten Kalke, wenn er im Dunkeln mit etwas Wasser befeuchtet wird, vollkommenes Glühen, an der frisch gebrannten reinen Talkerde, wenn sie in einer kleinen Porcellanschale mit etwas rauchender Nordhäuser Schwefelsäure begossen wird; etwas unvollkommen Aehnliches beim betröpfeln des Aetzkalks mit rauchender Salpetersäure, bei der Erhitzung von Schwefel mit Kupfer und einigen andern Metallen, vergl. 645 ff.; bei der starken Erhitzung leicht entzündlicher durch Kochen mit Kräutern oder Schwefel entbundener Oeldämpfe etc.

3) Zu dem durch organische und organisch-chemische Thätigkeiten begründeten Leuchten zählen wir das Leuchten verschiedener Thieraugen und das faulender Substanzen; vergl. 640—642, dafs das leztere kein blofs chemisches Lichtentwickeln, und noch weniger ein blosses Verbrennen phosphorartiger Massen ist, beweisen die theils schon a. a. O. bemerkten Beob. über leuchtende Thiere (z. B. d. Zündwürmer etc. denen nach meinem im

Frühsommer 1809 gemachten und vor einigen Wochen von einem meiner Zuhörer, dem Hrn. v. Mettingh aus Frankfurt am Mayn bestätigten Beobacht., noch der gemeine Vielfuſs als sehr stark phosphorescirend beigezählt werden muſs), vorzüglich aber die Beob. eines Boyle, Carradori, Spalanzani, Tychsen, Gärtner u. Böckmann über das Leuchten des faulen Holzes, welches im kalten ausgekochten (am besten mit Kochsalz oder Salpeter geschwängerten) und nicht ausgekochtem aber nicht in heissem Wasser, schwächer in respirablen und irrespirablen Gasen, im Aether, Weingeiste und Oelen, aber nicht im oxyd. salzsaurem Gase fortleuchtet. An den faulenden leuchtenden Kartoffeln (deren Leuchten zufällig von Soldaten in einer Caserne zu Strasburg bemerkt wurde) sah man die phosphoroscirenden Theilchen metallisch glänzen; war hier vielleicht eine mettalloid ähnliche Masse gebildet? — Ueber das Leuchten des gasartigen Ausflusses der Blumen des Diptamus albus und der Phytolocca decandra, vergl. Trommsdorffs J. d. Pharm. VII.

4) Ueber die Leuchsteine oder sogen. Lichtmagnete, deren Leuchten zum Theil dem Verbrennen der Phosphore und Metalloide (a. a. O.) zu ähneln scheint, vergl. Kastners Chemie I. 261—262. Schon du Fay (1724) bemerkte, daſs einige Demante Smaragde u. a. Edelsteine, so wie die weissen erdigten, zuvor calcinirten Substanzen, im Dunkeln leuchten, wenn sie zuvor einige Minuten hindurch dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen waren. Früher noch bemerkte Benvenuto Cellini dasselbe am Karfunkel; vergl. Göthe's Biographie des Cellini. Dasselbe beobachtete man späterhin an den meisten

weissen Substanzen, besonders am Zucker, weissem Papiere und fast an allen weissen Fossilien. Beccaria (in den Comment. Bonon. T. II. p. 2. S. 136 u. p. 3. S. 498) bediente sich zu dahin gehörenden Versuchen, einer Art von doppeltem in einander gestecktem Cylinder, in welchem Licht fiel, wenn man ihn aufdrehte, so dafs der darin befindliche Körper dem Sonnenlichte ausgesetzt ward. Wurde er jetzt wieder zugedreht, so sah das, die ganze Zeit hindurch im Dunkeln gebliebene Auge, den sogen. Lichtmagnet leuchten. Beccaria's Vorgeben, dafs jene Substanzen unter gefärbtem Glase der Sonne ausgesetzt, nachher im Dunkeln mit der Farbe des Glases leuchteten, hat sich nicht bestätigt. Auch vergl. man noch: Carol. Benvenuti Diss. physic de lumine. Vindebon. 1761. Spalanzani in Lichtenbergs Magaz. II. 48. IV. 42. V. 46. — Die Folge wird zeigen, dafs das Weisse, dem farbenlosen Durchsichtigen rücksichtlich des Lichtwerthes nahe kömmt, und in sofern nannte ich das Leuchten weisser Körper, unter angeführten Umständen, ein Mitleuchten und betrachtete es als eine weitere Entwickelung dessen, was im Weifsseyn schon gegeben ist; vergl. Kastners Chemie. I. 268.

5) Muschenbroeks Beob. dafs schwarzes Tuch, wenn es geschlagen werde leuchte, und Roberts ähnliche Bemerk. an stark gerüttelten Kohlen, bedürfen noch der Wiederholung; das unter diesen Umständen entwickelte Licht, dürfte wahrscheinlich electrischen Ursprungs seyn. — Es ist sehr wahrscheinlich, dafs das Licht der Fixsterne und der Sonnenatmosphäre, theils electrisch, theils wirklich chemisch bedingt ist; vergl. 227. 229, 239 ff.

6) Jedes sehende Auge besitzt ein bestimmtes Maas von Licht (oder hat einen bestimmten Lichtwerth); nur in sofern in seiner Umgebung (am Tage) dieses durch irgend einen leuchtenden Körper überschritten wird, wird derselbe überhaupt vom Auge als selbstleuchtender Körper wahrgenommen. Daher können leuchtende Gegenstände, die verhältnifsmässig geringeres Lichtmaas dem Auge zu kommen lassen, als das der gewöhnlichen — zum deutlichen Sehen hinreichenden — Tages- oder sonstigen Helle ist, nur im Dunkeln als Licht verbreitende Objecte bemerkt werden. Daher werden auch schwach leuchtende Körper durch stark leuchtende für das Auge zu blofs erleuchteten gemacht: am Tage entschwinden die Gestirne unserem Auge, und der Phosphor etc. leuchtet in der Tageshelle nicht. Ferner, da es keinen absolut lichtlosen oder durchaus finsteren Körper giebt, sondern vielmehr von denen äussert wenig Licht entwickelnden schwarzen Körpern, hinauf bis zu den gefärbten, weissen, durchsichtigen und leuchtenden, nur eine Stufenfolge zunehmender Lichtentwickelung nachweisungsfähig ist; so folgt, dafs in einer vollkommen finsteren Umgebung, wir unseren eignen Körper als den einzig, wiewohl sehr geringe leuchtenden Gegenstand erkennen und dadurch von der Umgebung sichtbarlich unterscheiden würden, falls übrigens unser Auge fähig wäre, seine Capacität für Licht zu ändern, ohne dadurch des Sehens gänzlich beraubt zu werden. — Die Augen unvollkommener Thiere scheinen eine sehr geringe Lichtcapacität zu besitzen, und daher schon bei äusserst unbedeutenden Lichtentwickelungen der in ihrer Umgebung vorhandenen Gegenstände, voll-

kommen zu sehen. Uebermaas von Licht blendet; die meisten Insecten werden schon durch Flammenlicht, andere durch starkes Tageslicht geblendet, durchsichtiges Glas erscheint ihren Augen so erhellt und Licht entlassend, wie uns die Luft; sie unterscheiden es nicht mehr von anderen durchsichtigen Medien, so wie wir die Luft nicht sehen. Vergl. Kastner: Ueber das Leben d. Dinge; in den Studien II. u. dessen Chemie I. Bd. 178 u. ff.

§. 147.

Da wir jeden isolirten leuchtenden oder erleuchteten Punct, von allen Seiten her sehen können, und da die ununterbrochene Erhellung, welche das durch eine kleine Oeffnung in ein finsteres Zimmer fallende Licht in den hinter einander liegenden Luftmengen bewirkt, eine gerade Linie darstellt, so folgt, das sich das Licht (so wohl selbstleuchtender als erleuchteter Körperoberflächen), so lange es durch einerlei gleichförmige Substanz oder durch einen leeren Raum geht, von jedem sichtbaren Puncte nach allen Richtungen in geraden Linien ununterbrochen fortpflanzet. Wir können uns daher um jeden leuchtenden oder erleuchteten Punct eine leuchtende Sphäre von unbestimmter Grösse vorstellen, worin die Stärke (Intensität) der Lichtstralen (Radii lucis), oder die Erleuchtung in dem Verhältniſs abnimmt, in welchem

das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Puncte zunimmt.

1) Nicht der ganze leuchtende oder beleuchtete Körper ist uns sichtbar, sondern nur der uns zugewendete Theil seiner Oberfläche, welcher Lichtstralen (gedachte dünne Lichtcylinder) in unser Auge gelangen läſst, und hier die unmittelbare Erscheinung des Sehgegenstandes (Objectum visionis) gewährt, aus deren Beschaffenheit und Grösse wir auf die wirkliche Beschaffenheit und Grösse des Körpers schliessen. Jene unmittelbare Erscheinung als Gesammteindruck der verschiedenen Lichtpuncte in dem Auge, nennen wir ein Bild, und sprechen von dem Bilde eines Gegenstandes, wenn Lichtstralen in gleicher Ordnung ins Auge gelangen, als ob sie vom Gegenstande selbst kämen. Alle Bilder werden von der Netzhaut dargestellt, und liegen in einer Fläche, woraus folgt, daſs unsere Fähigkeit, die Nähe oder Ferne und die übrige Lage der Objecte gleich beim Sehen zu bestimmen, erst durch Erfahrung (mit Hülfe des Tastens und unserer eigenen Bewegung zu den gesehenen Gegenständen) erworben wird. Daher erscheint plötzlich sehendgewordenen und Kindern anfänglich alles in gleicher Nähe oder Ferne.

2) Die von einem sichtbaren Puncte ausgehenden Lichtstralen, müssen auf eine Ebene oder in die Sehe unseres Auges fallend, dem obigen zufolge einen Stralenkegel bilden, dessen Spitze der sichtbare Punct und dessen Grundfläche die Ebene oder Sehe ist. Ohnerachtet nun das Bild sichtbarer Gegenstände im Auge gemacht wird, setzen wir dennoch die Gegenstände selbst ausser uns, empfinden

also nicht blofs den augenblicklichen Eindruck der angekommenen Stralen, sondern zugleich die Richtung und Folge in welcher die Stralentheilchen ausser unserem Auge existiren, woraus sich schon ergiebt, dafs das Licht nicht etwas isolirtes, nicht eine discrete Substanz, sondern nur allgemeiner Ausdruck desjenigen geistigeren Verhältnisses der Aussendinge seyn kann, welches in der Erregbarkeit und Empfindungsfähigkeit unseres Augennerven individuell dargestellt ist; und Bewegung ist wie bei jeder Veränderung auch bei jenem allgem. Ausdrucke, bei dem Lichte nothwendige Bedingung.

2) Dorthin wo die (vom Auge mit Bewufstseyn aufgefafsten) Lichtstralen der sichtbaren Gegenstände, rückwärts verfolgt in einem Puncte zusammen zu laufen scheinen, setzen wir den Gegenstand selbst; die Folge wird aber zeigen, dafs die Lichtstralen des Gegenstandes (durch Zurückstralung von ebenen und erhaben gekrümmten Spiegeln, und durch Brechung), ohne sich in einer anderen Stelle zu vereinigen, so ins Auge gelangen können, als ob sie aus einer von der Lage des Gegenstandes verschiedenen anderen Stelle kämen, und dann entsteht ein scheinbares (oder geometrisches) Bild des Gegenstandes. Werden hingegen (durch Zurückstralung von Hohlspiegeln oder durch Brechung in convexen Gläsern) die von der Oberfläche des Gegenstandes ausgehenden Stralen wirklich, ehe sie ins Auge gelangen, in einer von der Lage des Gegenstandes verschiedenen Stelle vereinigt, so entsteht dadurch ein wirkliches (oder physisches) Bild des Gegenstandes. Aus beiderlei Veränderungen der Ordnung und des Verhältnisses der Lichtstralen eines Gegen-

standes, entspringen die äusserst häufigen und mannichfaltigen optischen Erscheinungen, d. i. eine besondere Art von Vorspiegelung nicht vorhandener Gegenstäde (optische Tänschung), deren Grund objectiv ist. Es giebt aber auch Gesichtsbetrüge (die eigentlich sog. optischen Täuschungen Fallaciae opticae) deren Grund lediglich in uns selbst liegt oder subjectiv ist; dahin gehören gewisse Vorstellungen von gesehenen Gegenständen, welche uns diese anders erscheinen lassen, als sie wirklich sind, weil wir aus Erfahrung und Gewohnheit gerade zu diesen Vorstellungen gebracht wurden. Z. B. in Gemälden erscheinen uns die einzelnen Theile und Gegenstände in verschiedener Ferne und Tiefe, ohnerachtet sie sämmtlich als gleiche Flächen in einer Ebene liegen.

4) Bei jedem sichtbaren Gegenstande können wir uns ein Paar, von dem äussersten Ende desselben nach der Sehe des Auges gehende, gerade Linie denken; der von diesen eingeschlossenen Winkel, heiſst der Sehwinkel (Angulus opticus), und so wie ein mathematischer Winkel um so grösser ist, je näher die Linie, nach deren Endpuncten seine Schenkel gehen, der Spitze liegt, und um so kleiner, je weiter diese Linie von der Spitze entfernt ist; so erscheinen uns auch die Gegenstände um so grösser, je näher sie unseren Augen liegen, und um so kleiner, je weiter sie davon entfernt sind (so daſs dunkele Körper unkenntlich werden, wenn der Sehwinkel unter dem sie erscheinen, kleiner als eine Minute ist). Jedes Auge hat für die Grösse des Sehwinkels gewisse, durch Versuche auszumittelnde Grenzen; zu kleine oder zu entfernte Gegenstände entschwinden dem Gesichte; jedoch werden leuchtende Gegenstände auch

noch unter so kleinen Sehwinkeln wahrgenommen, unter denen opake unsichtbar werden. Die Fixsterne erscheinen durch Fernröhre als leuchtende Puncte ohne scheinbaren Durchmesser. Nach Tob. Mayer (experimenta circa visus aciem in den Comment. Götting. IV. 97.) ist der kleinste Sehwinkel eines dunkelen Fleckes auf weisser Grundfläche, im Durchschnitte = 34. Nach Thom. Bugge (Anleit. zum Feldmessen. Altona 1728.) ist er bei sehr hellem Wetter und gutem Auge = 41″ bis 52″; hingegen bei trüben Wetter und schlechtem Gesichte öfters auf 2′.

5) Von der Grösse des Sehwinkels hängt also die scheinbare Grösse (Magnitudo apparens) der Gegenstände ab. Die Linie Oo (in Taf. III. Fig. 25) sey die Länge oder Breite einer gesehenen Fläche, der Punct D der Mittelpunct des Ortes (der Krystalllinse) im Auge, wo die Stralen zusammentreffen; so erscheint jene Linie unter dem Sehwinkel ODo, welcher von zwei geraden Linien eingeschlossen wird, die von den Endpuncten Oo nach D gezogen werden. Gesetzt nun die Linie Oo sey rechtwinklich gegen die Augenaxe AD gerichtet, so erscheint die Linie OA unter dem Sehwinkel x, und ihre scheinbare Grösse bestimmt sich nach der wahren Grösse OA und nach ihrer Entfernung AD vom Auge, und ist mithin das Verhältniſs der wahren Grösse einer Linie zu ihrer Entfernung vom Auge $\frac{OA}{AD}$, und nennen wir die wahre Grösse G und die Entfernung vom Auge E, so ist $\frac{OA}{AD} = \frac{G}{E}$. Setzen wir die Entfernung AD als Sinus totus, so ist jene scheinbare

Grösse Tangente des Sehwinkels und die scheinbaren Grössen verhalten sich, wie die Tangenten der Sehwinkel. Sind mithin die Entfernungen zweier rechtwinklicht gegen die Augenaxse gerichteten Linien vom Auge gleich, so verhalten sich ihre scheinbaren Grössen, wie ihre wahren; und sind die wahren Grössen gleich, so verhalten sich ihre scheinbaren umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Auge (die Linie erscheint um so länger, je näher sie dem Auge ist; vergl. oben), und die scheinbaren Grössen sind gleich, wenn die wahren Grössen sich verhalten, wie die Entfernungen. — Die Sehne eines Kreises, erscheint jedem im Umkreise sich befindenden Auge, unter gleich grossen Sehwinkel. Was übrigens oben von OA als Linie über der Augenaxe gilt, läſst sich auch von dem Theile Ao unter der Augenaxe, und wenn die Linie wagerecht stände, auch von denen der Seite zu liegenden Theilen OA und Ao erweisen. Vergl. Langsdorff a. a. O. u. Hihdebrandt a. a. O. §. 521—526. u. 531. bei sehr kleinen Sehwinkeln (die sich fast wie ihre Tangenten verhalten) setzt man bei optischen Berechnungen die Winkel für die Tangenten.

6) Durch Uebung im Ausmitteln der Grösse und Entfernung der Gegenstände, erlangt man nach und nach ein gewisses Augenmaas, d. i. die Fähigkeit bloſs durchs Sehen die Entfernung und Grösse der Gegenstände anzugeben, wobei jedoch sehr leicht Täuschungen möglich sind. Da die Netzhaut nicht weit hinter der Krystalllinse des Auges liegt (vergl. 741), so folgt von selbst, das jedes Bild im Auge sehr klein seyn muſs und daſs unser Urtheil

über die Grösse des Gegenstandes nicht unmittelbar von der Grösse des Bildes bestimmt wird.

7) Um zu sehen richten wir stets beide Augenaxsen nach dem einen Gegenstande, und empfinden so, beim Zusammentreffen der Augenaxsen in beiden Augen ein und dasselbe Bild, an ein und derselben Stelle, welches erklärt warum wir mit zwei Augen die Gegenstände nicht doppelt sondern nur einfach sehen. Das Doppeltsehen tritt jedoch sehr leicht ein, wenn wir die Augen seitwärts oder auf und niederwärts verschieben. Richtet man beim Sehen beide Augenaxsen nicht genau auf den Gegenstand, so schielt man. Uebrigens läſst sich auch schon aus dem Winkel den beide Augenaxsen mit einander machen, einigermaasen auf die Entfernung des Gegenstandes schliessen. Häufig schliessen wir auf die Entfernung eines Körpers vom Auge, aus seiner scheinbaren Grösse, wenn uns seine wahre bekannt ist; oder auch aus der Stärke seiner Erleuchtung und vorzüglich aus der Deutlichkeit seiner einzelnen Theile. Erscheinen uns Flächen eines Körpers verschiedentlich beleuchtet, während andere mehr beschattet sind, so schliessen wir daraus, daſs die sämmtlichen Flächen nicht in einer Ebene, sondern unter grösseren und kleineren Winkeln von einander abweichend liegen. Benutzung dieser und der obigen Schlüsse in der Malerei. Optische Anamorphosen (in ungewöhnlicher Stellung anzuschauende Zeichnungen). — Scheinbares Zusammenlaufen von zwei parallelen Baumreihen. Zusammenhängendes Ansehen fern entlegener Wälder, Kornfelder etc. Scheinbare Grösse des aufgehenden und des schon

hoch über dem Horizonte stehenden Mondes, etc.

8) Länge, Breite und (bei schiefer Stellung des Körpers) auch die Dicke, sehen wir unter verschiedenen Sehwinkeln, und schliessen hieraus, vereint mit dem aus der verschiedenen Deutlichkeit und Beleuchtung der Theile hergenommenen Urtheile, auf die Gestalt des Körpers. Eben so schliessen wir auch auf den Ort der sichtbaren Puncte des Körpers (und so mit auf den des Körpers selbst) indem wir die Entfernung des Körpers von anderen Körpern oder von uns selbst, unter gewissen Sehwinkeln sehen; erhalten dadurch aber nur den scheinbaren Ort, und sind sowohl hiebei als bei Bestimmung der Gestalt des Körpers, häufig optischen Täuschungen unterworfen. Ist z. B. die gerade Linie zwischen zwei sehr weit von einander entfernten Gegenständen, schief gegen die Augenaxe gerichtet, so scheinen die Gegenstände sehr nahe bei einander zu stehen. Die scheinbar nebeneinander gelagerten Fixsterne der einzelnen Sternbilder, der Milchstrasse etc. vergl. 227. 230 ff. Ueber Parallelaxe vergl. 237.

9) Gesetzt es sehen mehrere Personen durch eine kleine Oeffnung auf verschiedene Gegenstände, so ist klar, dafs die Lichtstralen der grossen Menge von Gegenständen, ohne sich zu stören, durch die kleine Oeffnung passiren müssen, indem jedes Auge jene Gegenstände deutlich sieht. Eben so erhält das Auge gleichzeitig gefärbte und farbenlose Stralen aller Art, ohne dafs diese sich gegenseitig beim Eintritt ins Auge modificirten. Es verhält sich hiemit, fast wie mit dem gleichzeitigen Hören verschiedener Töne und Schalle. Das Licht verbreitet sich im Raume, ohne ihn zu erfüllen; vergl. S. 85.

§. 148.

Die Geschwindigkeit mit der sich das Licht fortpflanzt, übertrifft diejenige aller übrigen Bewegungen, ist jedoch nicht unmeſsbar, wie man ehemals wähnte, sondern wie die neuere Astronomie lehrt, für sehr grosse Räume messungsfähig. Denen hieher gehörenden Beobachtungen gemäſs, bewegt sich das Licht durch den Raum der die Sonne von der Erde trennt (der dem mittleren Halbmesser der Erdbahn oder 23430 Erdhalbmessern gleich ist) in 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunden; mithin in jeder Minute ungefahr durch 3000 Erdhalbmesser, und in jeder Secunde fast durch 50 Erdhalbmesser (d. i. durch mehr als 40000 geogr. Meilen). Seine Geschwindigkeit übertrifft demnach die des Schalles beinahe 976000 mal, die einer Kanonenkugel mehr als anderthalb Millionenmal (vergl. S. 102), und verhält sich zu der, mit welcher die Erde um die Sonne läuft, wie 10313 : 1; zu der mit welcher ein Punct des Erdäquators bei der Axendrehung der Erde bewegt wird, wie 653539 : 1. Diese grosse Geschwindigkeit vereint mit dem Umstande, daſs der Eindruck des Lichtes im Auge eine Zeit hindurch (fast $\frac{1}{10}$ Secunde) dauert, erklärt es, warum auch eine nicht continuirliche Lichtfortpflanzung, dennoch unserem Auge als ununterbrochen erscheinen kann.

1) Diese Geschwindigkeit des Lichtes gilt jedoch

nur für gleiche Medien; in ungleichartigen Medien hingegen, dürften wahrscheinlich bedeutende Abänderungen stattfinden. Winterl glaubte, jedoch ohne hinreichenden Grund, daſs die beobachtete Zeit der Lichtbewegung, auf Rechnung des Aufenthalts in der Erdatmosphäre zu schieben sey, und das sich das Licht im Aether ohne Zeitaufwand fortpflanze.

2) Römer, ein dänischer Astronom, beobachtete mit Cassini in den Jahren 1671—1675 fleissig die Verfinsterungen der Jupitersmonde, und fand, daſs wenn Jupiter uns näher ist, jene Finsternisse früher, und wenn er von uns entfernter ist, später erfolgen, als es der Berechnung nach seyn sollte. R. folgerte hieraus, daſs sich das Licht mit Zeitaufwand fortbewege; eine Folgerung die der Einwürfe Cassini's und Moraldi's ohnerachtet, späterhin durch Huygens, Neuton und Bradley bestätigt wurde und zu den obigen Resultaten führte (Bailly histoire d'astronomie moderne, II. 674); wozu besonders Bradley's Entdeckung der Aberration des Lichtes (Aberratio lucis, den 17. Decbr. 1724 und bestätigt im J. 1727 — Decbr. 1728), zu der er gelangte, indem er die Bewegung des Lichtes mit der Bewegung der Erde, nach der Theorie von der Zusammensetzung der Kräfte, verband, das meiste beitrug.

3) Das Licht wird bey seinem Fortgange sowohl durch Aufenthalt von Seiten undurchsichtiger Körper, als vorzüglich auch dadurch geschwächt, daſs es sich durch einen stets grösseren Raum nach allen Seiten verbreitet; vergl. vorig. §. Denken wir uns nämlich in der Spitze eines geometr. Kegels einen leuchtenden Punct, so ist die Basis des Kegels die erleuchtete Fläche; da nun diese Grundfläche, wenn sie noch

einmal so weit von jener Spitze absteht, nothwendig viermal mehr Flächenraum hat, so folgt, daſs jeder Punct des auf diese viermal grössere Grundfläche verbreiteten Lichtes, nur den vierten Theil soviel Lichtmasse haben muſs, als bei der vorigen kleineren Basis, oder daſs diese entferntere Fläche viermal schwächer erleuchtet wird. Gr. Rumford (in den philosoph. Transact. übers. in Grens N. Journ. d. Phys. II. 15. ff.) hat dieses a priori abgeleitete Gesetz, mit Hülfe seines a. a. O. beschriebenen Photometers, durch Versuche bestätigt. Schätzt man indeſs die Erleuchtung nach der Stärke des Glanzes, den der Beob. auf der erleuchteten Fläche wahrnimmt, so müssen die dabei zu nutzenden Flächen durchaus von gleicher Beschaffenheit seyn, weil verschiedene Körper das Licht auch verschieden und in ungleicher Menge zurückwerfen. So wirft z. B. Mars das Sonnenlicht minder vollkommen zurück als Jupiter und Venus; und wäre der Mond eine gleichartige feinpolirte Kugel, so würden wir ihn nach Kästners Berechnung im Vollmonde nur als einen blitzenden Punct von 4 Secunden Durchmesser sehen. Mercur ist etwa 6mal stärker, Venus noch einmal so stark als die Erde beleuchtet; beim Mars ist die Beleuchtung halb so stark als bei der Erde; beim Jupiter $\frac{1}{27}$; beim Saturn $\frac{1}{90}$; und beim Uran $\frac{1}{204}$. Die Beleuchtung des Vollmonds gegen die Erde ist nach Bouguer 3000000 mal, nach anderen 90000, und n. a. Euler 474000 mal schwächer als das directe Sonnenlicht. Vergl. S. 218. Nach Huygens müſsten Nachts über 764 Millionen Fixsterne von der Grösse und dem Glanze des Sirius über dem Horizonte stehen, wenn es so hell als am Tage werden sollte.

4) Stellt man einen mit einem kleinen Loche versehenen Schirm, ungefährt 5—6 Schuh vor das Auge, während man hinter dem Schirme eine glühende Kohle vor dem Loche hin und her bewegen läſst, so wird man wähnen die Kohle ununterbrochen zu sehen; eben so sieht man einen feurigen Kreis, wenn man eine glühende Kohle schnell im Kreise herumdreht, während die Kohle die verschiedenen Stellen des scheinbaren Kreises doch nicht zugleich, sondern nur nach und nach einnimmt. Aus ähnlichen Beob. folgerte v. Segner (Progr. de raritate luminis, Götting. 1740. 4.), daſs der Eindruck des Lichtes auf der Netzhaut $\frac{1}{2}$ Secunde dauert; das oben angegebene Verhältniſs scheint das richtigere zu seyn. In feurigen (ursprünglich lichtreicheren) Augen ist der Eindruck, vielleicht nur scheinbar, daurender als in matten; übrigens richtet sich seine Dauer nach der Stärke des Lichtglanzes; stark leuchtende Gegenstände bewirken anhaltenderen Eindruck als schwach leuchtende. Vergl. auch Canton im 58 Bd. d. philos. Transact. S. 344.

5) Michell und andere haben (sehr unvollkommene) Vers. angestellt, um die Frage zu beantworten, ob das Licht (als bewegte Flüssigkeit gedacht) eine merkliche Stärke habe? Er will nämlich mit dem in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels gesammelten Lichte, ein Kupferblättchen bewegt haben, das an einer Klaviersaite, die mit einem Achathütchen auf einem Stifte im Gleichgewichte ruhete, befestigt war!! Aus diesem Stosse und aus der bekannten Geschwindigkeit des Lichtes, berechnete nun M. daſs die innerhalb einer Secunde im Brennpuncte der 4 Quadratfuſs haltenden Spiegelfläche gesammelte Lichtmasse ein Zwölfhundertmillionttheilchen eines Grans

betrage. Priestlez's Geschichte d. Optik I. Abschn. 3. Cap. Nach Tomson (dessen Syst. d. Chemie. I. Thl.) würde bei der ausserordentlichen Geschwindigkeit des Lichtes, ein Lichttheilchen von $\frac{1}{1000}$ Gran am Gewichte in seiner Gewaltsäusserung grösser seyn, als die Kraft einer abgeschossenen Flintenkugel, und ein Milliontheilchen eines Grans, würde noch alles zerschmettern wo es anschlüge, und hievon ein Milliontheilchen genommen noch einen merklichen Stoſs ausüben, von dem das Auge nichts spührt. Nach Priestley ist das Licht in der Sonnenatmosphäre nur 45000 mal dichter als wenn es zur Erde angelangt ist, und vorausgesetzt daſs in einer Secunde $\frac{1}{40000}$ eines Grans, also in einem Tage etwas über 2 Gran Licht von der Sonne ausströmte, verlöre die Sonne innerhalb 6000 Jahren ohngefähr 4752000 Gran oder 670 Pfund.

6) Ausser Rumford haben auch Bouguer und Lambert Vers. über die Schwächung des Lichtes beim Durchgange durch transparente Mittel angestellt, und sich dabei Photometer bedient, die jedoch dem angeführten Rumfordschen nachstehen. R. fand, daſs das Licht einer Argandschen Lampe, während seines Durchganges durch eine Tafel von gut polirtem, hellen und möglichst durchsichtigen Spiegelglase, im Verhältniſs von 0,1864 zu 1,0000 geschwächt wurde, oder daſs nur 0,8136 der auf der Glasfläche angekommenen Lichtmenge, durch das Glas hindurch gieng. Nach einem Mittel mehrerer Versuche fand er den Lichtverlust = 0,1973. Beim Durchgange des Lichtes durch eine Luftschicht von einigen Schuhen Tiefe, bemerkte er keine Verminderung; die jedoch bei grösseren Lufträumen bemerkbar wird. -- Ueber

Leslies Photometer in der Folge. Photometer oder Photoscope (Werkzeuge die Mengen des Lichts zu messen) aus dünnen gefärbten Glas- oder geölten Papierstreifen bestehend. v. Saussures Kyanometer (Grens J. d. Phys. VI. 93. u. Gilberts Ann. V. 513.) und dessen Diaphanometer (zur Ausmittelung der Durchsichtigkeit der Atmosphäre, Grens N. Journ. d. Phys. IV. 101 ff.)

7) Die Lichtstralen welche von leuchtenden (sichtbaren) Gegenständen ausgehen, und auf die Oberflächen anderer Körper fallen, werden, die Körper mögen dunkel oder durchsichtig, fest oder flüssig seyn, mehr oder minder, jedoch nie ganz zurückgeworfen. Das reine Merkur (Quecksilber), wirft nächst dem Ammoniak- und Kalimetalloid wahrscheinlich unter allen Substanzen, den gröſsten Theil des aufgefangenen Lichtes, aber dennoch nicht drei Viertheile desselben zurück. Unter den übrigen Substanzen kommen die anderen Metalle, (und namentlich das Platin, der Stahl, und verschiedene Metallgemische), so wie auch der Demant, dem Merkur hierin am nächsten. Je mehr Licht ein Körper, und je regelmässiger er es zurückwirft, um so stärker glänzt er.

C) *Von der Zurückwerfung und Beugung des Lichtes.*

§. 149.

XXXXV. Vers. Leitet man einen Sonnenstral durch eine kleine Oeffnung in ein vollkommen verfinstertes Zimmer, so wird er bei seinem Fortgange einen Theil der Zimmerluft in Form

eines dünnen Cylinders, und die gegenüberstehende Wand in Form einer Kreisebene erleuchten; dasselbe wird erfolgen wenn man diesen Lichtstral, bevor er die Wand erreichte, mittelst eines Planspiegels, unter einem rechten Winkel auffängt, er wird in sich selbst zurückgehen. Giebt man dagegen dem Spiegel eine schiefe Richtung, so daſs der Stral unter einem schiefen Winkel auffält, so wird der Lichtstral, von dem Puncte der Spiegelfläche aus wo er einfiel, unter dem gleichen Winkel geradlinigt zurückgeworfen werden, welchen der auffallende Stral mit dem Spigel machte. Der Punct an des Spiegels Fläche, in welchem der Stral einfiel, heiſst der Einfallspunct (Punctum incidentiae), eine senkrecht darauf gezogene Linie Einfallsloth (Cathetus incidentiae), der einfallende Stral selbst, der Einfallsstral (Radius incidens), der von ihm mit dem Einfallslothe gemachte Winkel, der Einfallswinkel (Angulus incidentiae); dagegen wird der von der zurückwerfenden Fläche (Planum reflectens) zurückgehende Lichtstral der zurückgeworfene Stral (Rad. reflectus) und der von diesem mit dem Einfallslothe gemachte Winkel, der Zurückstralungswinkel (Ang. reflexionis) genannt. Die obige Phänomene begründende Eigenschaft des Lichtes, von undurchsichtigen glat-

ten Flächen (zum Theil) abgestossen und dadurch zurückgeworfen zu werden, nennt man die Zurückwerfung oder Zurückstralung des Lichtes (Reflexio lucis); und das allgemeine Gesetz derselben ist: dafs der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist. Der zurückgeworfene Stral liegt mit dem einfallende Strale und dem Einfallslothe in einer Ebene, die Zurückstralungsebene (Plan. reflexionis) genannt.

1) Nach Neutons (Opt. L. II. P. 3. prop. 9.) genauen Untersuchungen, wird der schief auffallende Stral eigentlich nicht unter einem scharfen Winkel zurückgeworfen, sondern vor der Berührung erst gekrümmt und so in die Gestalt einer mit der erhabenen Seite der Spiegelfläche zugekehrten Curve gebracht; welche jedoch als Weg der Reflexion in der äussersten Nähe der reflectirenden Fläche nicht gesehen werden kann. Die Linie AB Taf. III. Fig. 25 bezeichne eine reflectirende ebene Fläche, z. B. eines gemeinen Spiegels (Speculum) und CD den unter einem rechten Winkel senkrecht einfallenden Stral; so wird dieser in sich selbst zurückgeworfen; gesetzt es komme aber statt des senkrechten Stral, ein schief einfallender in der Richtung von OD auf der reflectirenden Ebene an, so wird dieser vor der Berührung erst gekrümmt und dann, wenn er aus dem Wirkungskreise der Fläche getreten ist, nach der Tangente der Curve geradlinigt, nach p zurückgeworfen. Das Einfallsloth CD bestimmt mit dem einfallenden Strale OD durch die drei Puncte O, D, C die Zurückstra-

lungsebene, in welcher OD mit CD den Einfallswinkel x, und pD mit CD den Zurückstralungswinkel y bestimmt. Die Kraft welche den Stral OD zur Fläche AB treibt, läſst sich rücksichtlich ihrer Richtung zerlegen, in die der Fläche parallel gehende Kraft OC, und in die dem Einfallslothe parallel gehende Kraft OA. Da nun DC parallel ist mit OA und OC mit AD, so ist das Einfallsloth CD = OA; da OCDA ein Parallelogram ist, so ist AD = OC. Die Repulsion der Fläche AB wirkt von D aus nur dem senkrecht wirkenden Krafttheile des Lichtstrals entgegen, treibt ihn also in der Richtung DC = OA zurück; dieser Richtung zuwider bleibt aber der der Ebene AD parallel wirkende Krafttheil des Lichtstrals, als solcher gegeben, und bestimmt dadurch jene mittlere Richtung Dp, welche als Diagonale des (aus den Linien DC und DB und dem Winkel CDB zu construirenden) Parallelogramms CDBp, den Weg des reflectirten Strals anzeigt. Da nun beide Parallelogramme einander gleich sind, so sind es auch die Dreiecke OCD und pCD, und mithin der Winkel y dem Winkel x; und wie auf gleiche Weise erhellt, auch der Winkel z dem Winkel v, welche Winkel von den Stralen mit der reflectirenden Ebene gemacht werden.

2) Die Linie AB bezeichne ferner einen senkrechtstehenden ebenen Spiegel, so wird dieser dem vorhergehenden zufolge, alle von dem Gegenstande O kommenden Stralen so zurückwerfen, daſs es dem vor dem Spiegel sich befindendem Auge scheint (S. 765 N. 2), als ob sie von einem Puncte o (der scheinbar soweit hinter dem Spiegel liegt, als O davor liegt) hinter dem Spiegel kämen. Statt mehrerer Stralen

des Gegenstandes O, ist hier nur der Gang ſeines Strales durch die Linie OD und eines anderen durch die Linie OA angezeigt; der zurückgeworfene Stral Dp scheint von o zu kommen, und der scheinbare Ort des Punctes o liegt dort, wo der hinter dem Spiegel verlängert gedachte Stral Dp den senkrechten verlängert gedachten Oo in o schneidet. Es sind dem Obigen gemäſs die Winkel z = v, und als Verticalwinkel u = z, mithin auch u = v. In beiden Dreiecken (OvA und ouA) sind die rechten Winkel gleich, und auch u = v, und beiden Dreiecken ist die Seite AD gemein, mithin sind beide gleich und AO = Ao. Das hierdurch entstehende scheinbare Bild (765) in o ist ein katoptrisches Bild, und erscheint dem wirklichen Gegenstande gleich, indem die der ebenen Spiegelfläche auffallenden Stralen, denselben Parallelismus, dieselbe Convergenz oder Divergenz bei der Zurückstralung behalten, welche sie zuvor als einfallende hatten.

3) Im verticalen Planspiegel haben die scheinbaren Bilder eine der Lage der Gegenstände selbst ähnliche Lage gegen die Horizontalebene (auf die wir alle Lagen der Körper zu beziehen gewohnt sind); im horizontalen Spiegel erscheinen aufrecht stehende Gegenstände verkehrt (der Wasserspiegel), in einem unter einem Winkel von 45° gegen die Horizontalebene geneigten Spiegel sieht man liegende Gegenstände aufrecht (Stellung des Planspiegels im Perspectivkasten oder der sog. Optik, scheinbares Hinaufrollen einer horizontal fortgerollten Kugel) und stehende liegend (Stellung des Spiegels in der Camera clara). Je näher das Auge dem Spiegel rückt, um so kleiner kann der Spiegel seyn, um das Bild

des Gegenstandes zu entwerfen; ein Planspiegel in welchem der Mensch sich ganz sehen soll, braucht nur halb so lang und breit zu seyn, als der Mensch selbst ist.

4) Fängt man die von einem Spiegel zurückgeworfenen Stralen, mit einem anderen Spiegel auf, so wirft dieser sie aufs Neue zurück; wodurch die Bilder vervielfältigt werden. Hieher gehört das Erscheinen einer Kreislinie im Winkelspiegel, während man nur einen Theil derselben dazwischen gelegt hat; die ins Unendliche gehende Vervielfältigung parallel gegeneinander gestellter Spiegel. Die Spiegelkästen und Spiegelzimmer; der Operngucker; das Zauberperspectiv etc.

5) Die gewöhnlichen Spiegel sind zu wissenschaftlichen Untersuchungen untauglich, da sie doppelte Bilder machen; nämlich eines vermöge der Oberfläche des Amalgams (626), und eines durch die Vorderfläche des durch das Amalgam undurchsichtig gemachten (übrigens reinen, klaren, gleich dicken und möglichst glatt geschliffenen) Spiegelglases. Ueber die Composition der zu optischen und astronomischen Untersuchungen einzig brauchbaren Metallspiegel, vergl. 627 und Edwards Anweisung, wie die beste Composition zu den Metallspiegeln der Telescope zu machen etc., in Gilberts Annal. XII. 167. Rochon setzt der zu Spiegeln vorzüglich empfehlungswerthen Platina, zur leichteren Schmelzung und Giessung derselben, $\frac{1}{8}$ der gewöhnlichen aus 32 Theilen Kupfer, 15 bis 16 Theilen Zinn, 1 Theil Mössing und 1 Theil Arsenik bestehenden Metallspiegelmasse zu, vergl. Hildebrandts Encyclopädie der Chemie. 13s Hft. §. 118.; vielleicht lassen sich verplatinte

wohlfeilere Metalle zu gleichem Zwecke anwenden? Grosse Hohlspiegel verfertigt man häufig aus gebrannten Gypse, dessen hohle möglichst geglättete Oberfläche mit Blattsilber oder Blattgold überzogen wird; gewöhnliche Hohlspiegel werden auch wohl aus Mössing oder Mössingblech verfertigt; die sogen. Lampenscheine. — Die Erfindung der Metallspiegel ist sehr alt; die der gewöhnlichen Stubenspiegel neuerer Zeit. Nothwendigkeit einer guten Politur der Spiegel.

§. 150.

Sofern man die Elemente einer krummen Fläche, als aus unendlich kleinen einen Winkel einschliessenden geraden Flächen bestehend ansieht, und ein Lichtstral nur auf einen Punct fällt, lassen sich auch, aus dem allgemeinen Gesetze der Zurückstralung des Lichtes diejenigen Fälle bestimmen, wo die Lichtstralen von gekrümmten, hohlen oder erhabenen kuglichten, parabolischen, elliptischen, hyperbolischen Spiegeln reflectirt werden.

1) Der Kugelschnitt ADB (Taf. III. Fig. 26) sey der Durchschnitt eines (mit seiner inneren Fläche spiegelnden) kugelichten Hohlspiegels (Speculum concavum sphaericum); der Halbmesser CD der denkbaren Kugel, von welcher der Durchschnitt des Spiegels ein Segment ist, ist zugleich der Halbmesser des Hohlspiegels, und die Sehne AB seine (fälschlich auch wohl der Durchmesser des Spiegels genannt) Breite. Der Einfallswinkel wird durch den

den einfallenden Stral und den Halbmesser bestimmt, indem das Einfallsloth an jeder Spiegelstelle durch den dazu gehörenden Halbmesser (der wie jeder Halbmesser einer Kugel senkrecht auf der Kugelfläche steht) gegeben ist. Die durch die Mitte des Spiegels D und durch den Mittelpunct der Kugel C gehende gerade Linie **DC**, heiſst die Axse des Spiegels. Die mit der Axse parallel (in möglichster Nähe derselben) auffallenden Stralen ei und gk, werden so zurückgeworfen, daſs sie die Axse und sich selbst in einem Puncte F vor dem Spiegel schneiden, den man den Hauptbrennpunct (Focus principalis), und dessen Entfernung DF vom Spiegel, welche die Hälfte des Halbmessers DC beträgt, die Brennweite (Distantia focalis) nennt. Stralen Fi und Fk, welche aus dem Brennpuncte F auffallen, werden so zurückgeworfen, daſs sie mit der Axse parallel ie, kg gehen; mithin das zurückgeworfene Licht dadurch in sehr beträchtlicher Ferne ungeschwächt fortpflanzen. Stralen mh und nl welche nicht parallel der Axse, sondern aus einem jenseits C in endlicher Entfernung liegenden Puncte divergirend einfallen, werden so zurückgeworfen, daſs sie die Axse in einem Puncte f zwischen C und F schneiden; und kommen die Stralen aus C selbst, als divergirende auf der Spiegelfläche an, so werden sie wieder nach C zurückgeworfen. Sind die parallel einfallenden Stralen um mehrere Grade (eines gröſsten Kreises der Kugel, wovon der Spiegel ein Abschnitt ist) von der Axe entfernt, so werden sie bei der Zurückwerfung näher nach D zu (und zwar je grösser jene Entfernung war, um so näher) vereint. Aber auch schon bei einem Hohlspiegel des-

sen Bogen ADB weniger Grade faſste, als derjenige der angezogenen Fig., würden parallel auffallende Stralen bei ihrer Zurückwerfung nicht genau in F, sondern in einem Längenraum die Axse schneiden, der sich von F bis zu irgend einem zwischen F und D denkbaren Puncte erstreckt; da nun dieser Fall bei jedem kuglichen Hohlspiegel eintritt, so sieht man leicht ein, daſs man bei Versuchen es nicht mit einem Brennpuncte, sondern mit einem Brennraume zu thun hat; gewöhnlich werden die am Hohlspiegel reflectirten Stralen eines wirklichen Gegenstandes, so zurückgeworfen, daſs die entstehenden Brennpuncte eine (oder einige) krumme Brennlinie bilden. Die Stralen der Sonne, der Sterne und des Mondes, so wie überhaupt alle aus einem sehr weit entlegenen Puncte kommenden Lichtstralen, werden als parallel laufende betrachtet; alle Stralen hingegen die von leuchtenden Körpern in der Erdnähe oder auf der Erde selbst ausgehen, sind stets als mehr oder weniger divergirende anzusehen. Fallen parallele Stralen in schiefer Richtung auf den Hohlspiegel, so daſs sie nicht der Axse parallel gehen, so werden sie bei der Reflexion in einem Puncte vereinigt, welcher in der Gegend des Brennpunctes, aber auf der ihrem Ausgangspuncte entgegengesetzten Seite der Axse liegt. Kommen die einfallenden Stralen aus einem Puncte y (Taf. III. Fig. 27), welcher zwischen dem Brennpuncte F und der Spiegelfläche d des Spiegels adb liegt, so gehen sie divergirend (aus einander fahrend) zurück. Gelangen die Stralen aus x zur Spiegelfläche, so schneiden sie bei der Zurückstralung die Axse jenseits des Mittelpunctes C in z. Bei Berechnung der Stralen setzt man voraus daſs die

Winkel nur klein sind, und nimmt daher statt ihrer Sinusse oder Tangenten, die Verhältnisse der Winkel selbst. Convergirend auffallende Stralen werden als mehr convergirend zurückgeworfen. Nennt man die Entfernung des strahlenden Puncts von der reflectirenden Fläche des kuglichen Hohlspiegels d, den Radius der Krümmung dieser Fläche r, so ist stets die Entfernung des Vereinigungspunctes der darauf fallenden Stralen nach der Zurückstralung von der Fläche $x = \frac{dr}{2d - r}$. Vergl. Grens Naturl. 5te Ausg. §. 673. Stellt die hohle Fläche einen Abschnitt der Oberfläche eines Ellipsoids dar, und steht der stralende Punct in dem einen Brennpuncte dieser elliptischen Krümmung, so werden die divergirenden Stralen sämmtlich nach dem anderen Brennpuncte der Ellipse zurückgeworfen; vergl. S. 720. Nr. 4. Fig. 17. Ein parabolischer Hohlspiegel wirft die parallel in seiner Axse auffallenden Stralen so zurück, daſs sie genau im Brennpuncte der Parabel gesammelt werden. Die aus diesem Brennpuncte auf die Fläche gehenden divergirenden Stralen, werden durch Reflexion zu parallelen. Vorzüge der (sehr schwierig genau zu schleifenden) parabolischen Hohlspiegel vor den sphärischen; Herschels und Schröters Telescope mit dergl. Spiegeln. Voigts Mag. V. 72.

2) Sofern die vom Hohlspiegel reflectirten Stralen sich vor ihm vereinigen (siehe oben), erfolgt auch die Darstellung eines physischen oder sog. Luftbildes. Fängt man die Sonnenstralen mittelst eines kuglichten Hohlspiegels auf, so erscheint das Bild der Sonne im Brennpuncte des Spiegels. Wird das Bild eines Gegenstandes nicht genau im Brennpuncte, son-

dern hinter demselben abwärts vom Spiegel, also nach dem sich die reflectirten Stralen bereits durchkreuzt haben, aufgefangen, so erscheint das Bild verkehrt, und um so grösser, je weiter es vom Brennpuncte entfernt ist; wie dieses die punctirten Linien i F g und k′F e Fig. 26 andeuten. Rückt der Gegenstand dem Hohlspiegel so nahe, daſs er diesseits des Brennpuncts, zwischen d und F (Fig. 27) divergirende Stralen auf die Spiegelfläche fallen läſst; so entsteht nur ein geometrisches Bild, das jedoch stets etwas weiter hinter (oder in) dem Spiegel liegt, als der Gegenstand von ihm entfernt ist. Benutzung der Hohlspiegel bei sog. Geistercitationen. Eckartshausens Vers. und Schröpfers Täuschungen.

3) ADB Taf. III. Fig. 28 sey der Durchschnitt eines kuglichen erhabenen Spiegels (Speculum convexum sphaericum); die mit der Axse CDo parallel auffallenden Stralen ao und bo, werden so nach ap und bq reflectirt, als ob sie aus einem Puncte F der Axse kämen, welches um die Hälfte des Halbmessers CD entfernt ist, und rückwärts verlängert, die Axse in diesem Puncte F schneiden würden. Man nennt diesen Punct den negativen oder eingebildeten Brennpunct oder den Zerstreuungspunct, und sein scheinbarer Abstand vom Spiegel, die negative Brennweite oder die Zerstreuungsweite. Ziehen wir vom Mittelpuncte C eine gerade Linie nach a, so haben wir in diesem Halbmesser das Einfallsloth für den Punct a, und können nun den Einfalls- und Reflexionswinkel, und mithin den Gang des reflectirten Strals (ap) bestimmen. — Divergirend auffallende Stralen, haben ihren Brennpunct näher an der zurückwerfenden Oberfläche, als um

den halben Halbmesser, und gehen mit vermehrter Divergenz zurück. Convergirend auffallende Stralen, gehen als parallele zurück, wenn die Entfernung vom leuchtenden Puncte mehr als die Hälfte des Halbmessers beträgt; hingegen nur mit etwas verminderter Convergenz, wenn jene Entfernung weniger als die Hälfte des Halbmessers der Krümmung beträgt; und in diesem lezteren Fall, haben die reflectirenden Stralen einen wahren Brennpunct vor der Oberfläche des Spiegels. Dem Vorhergehenden zufolge wissen wir, daſs der Gegenstand kleiner erscheint, wenn der Winkel, welchen die von den Endpuncten eines Gegenstandes ausgehenden Stralen an dem Auge machen, durch etwas verkleinert wird; daher erscheinen Gegenstände, die durch Reflexion von einer convexen Spiegelfläche gesehen werden, kleiner als wenn ihre Stralen von einem Planspiegel reflectirt worden wären. Nennen wir den Abstand des stralenden Punctes von der reflectirenden kuglichten erhabenen Oberfläche d, den Radius ihrer Krümmung r, so ist die Distanz des Vereinigungspunctes hinter der Kugelfläche $x = \frac{dr}{2d + r}$. Vergl. GREN a. a. O. §. 676. Die Bilder der convexen Spiegel sind geometrische, aufrechte, von der wahren Gestalt der Gegenstände stets mehr oder weniger abweichend. Katoptrische Anamorphosen mit Hülfe cylindrischer und mittelst conischer convexer Spiegel. JAC. LEUPOLD anamorphosis mechanicae nova. Lips. 1714. 4.

4) Aus oben (S. 784.) angeführten Gründen, giebt jeder sphärische Spiegel mehrere hinter einander liegende Bilder; hieraus entsteht eine Undeutlichkeit des Gesammtbildes, welche man die Abweichung

der katoptrischen Bilder wegen der Gestalt des Spiegels nennt. Dadurch daſs man den Spiegel nur wenige Grade fassen läſst, oder seinen Rand verdeckt (Blendung) begegnet man dieser Undeutlichkeit mehr oder weniger. Bei parabolischen Hohlspiegeln fällt sie von selbst weg; vergl. oben. — Alle durchsichtige tropfbare oder feste Körper spiegeln, wenn sie Hintergrund haben, oder wenn sie nur zum Theil, und unvollkommen durchleuchtet sind.

5) Diese leztere Bemerkung, daſs jeder durchsichtige Körper unter gewissen Umständen das Licht zu reflectiren vermöge, führt uns zu einer dem jetzigen Zustande unserer Erfahrungen entsprechenden Erklärung der Zurückstralung selbst. Dabei müssen wir zuförderst bemerken, daſs die Durchsichtigkeit (Durchleuchtungsfähigkeit) der Körper in dem Maase zunimmt, als die Massenanhäufung und die Cohärenz abnimmt; daſs es weder einen absolut durchsichtigen (d. i. Licht leitenden), noch einen absolut undurchsichtigen (Licht isolirenden) Körper gebe; und daſs die Durchsichtigkeit mit der Continuität der Masse im geraden Verhältnisse stehe Es sind diese Sätze aus den Erfahrungen über die Durchsichtigkeit abgeleitet, von denen wir hier nur einige anführen wollen. Höchst ausgedehntes Blattgold erscheint vors Auge gehalten als ein unvollkommen durchsichtiges Medium, von röthlicher Farbe. Ritter sah eine sog. Bleivegetation, die, ohngefähr drei Gran wiegend, eine Glasröhre von 28 Zoll Länge und beträchtlicher Weite füllte, und in dieser ausserordentlichen Dünnigkeit der einzelnen Blätter, das Gesehen werden hinten liegender Gegenstände nicht hinderte. Metallgläser, Wachs etc. sind im flüssigen Zustande (wo also

die Massentheile ein mehr oder minder reines Continuum bilden) durchsichtig; eben so mit Oel getränktes Papier, der Pyrophan, der Hydrophan etc. Flüssigkeiten werden undurchsichtig, wenn sie mehr oder weniger in gesonderte Flächen oder in nebeneinander liegende Sphäroiden, durch Schütteln etc. umgewandelt werdrn; z. B. perlender Weingeist, Eiweifsschaum, Wasserschaum an Meereskusten etc. Nach Bouguer wird reinstes Seewasser bei einer Dicke von 679 Par. Fufs undurchsichtig, und die reinste Luft, wenn sie überall so dicht wäre, wie in der Erdnähe, würde bei einer Höhe von 518385 Toisen alle Durchsichtigkeit verlieren. Ein Stück Glas ist, durch den Bruch gesehen, sehr undurchsichtig; eben so auch sehr grosse Glasmassen, wenn sie auf gewöhnliche Weise durchsehen werden. — Die äussersten Schichten oder Theilchen auch der undurchsichtigsten Körper besitzen dem zufolge einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit, der in dem Maase erhöht wird, als durch Glätte oder Politur, die Continuität dieser Grenzschichtchen wächst. Bei den Metallen und Metalloiden ist der Durchmesser dieser Grenzschichtchen, im Vergleich mit dem der übrigen Körper ausserordentlich geringe, sie sind daher auch noch im möglichst zertheilten und selbst im geflossenen Zustande ziemlich undurchsiehtig. Die spiegelnden Körper sind also mehr oder weniger dunkele, mit einem durchsichtigen Ueberzuge versehene Massen, und bieten daher zwei verschiedene Oberflächen dar; eine (mit blossem Auge sichtbare, d. i. als dunkeler Körper von der erhellten Umgebung unterscheidungsfähige) scheinbare, und eine (etwa durch Mikroscope erkennbare) wirkliche. — Es ist hier gleichgültig, ob wir uns das Licht als ein bewegtes elasti-

sches Fluidum, oder als die für unser Auge erkennbare Darstellung einer Bewegung denken, welche zugleich für die räumlichen Verhältnisse durch Expansion, für die qualitativen Beziehungen durch Homogeneität (als Gegensatz körperlicher Verschiedenartigkeit überhaupt) oder Aufhebung qualitativer Differenz, und für die organisch-geistigen Verhältnisse durch Steigerung individueller Kraft und Freiheit bezeichnet ist, oder ob wir noch andere Vorstellungen (S. 752 ff.) damit verbinden; in allen Fällen müssen wir zugestehen, daſs die gerade Linie des Lichtes vollkommen mit der des ruhenden Pendels übereinkommt, nur mit dem Unterschiede, daſs dem Pendel diese Richtung durch Anziehung von aussen, dem Lichte aber durch die Natur seiner eigenen Kraft gegeben ist. Solange also dem geradlinigten Lichte kein Hinderniſs erwächst, wird es sich unverändert fortpflanzen; im Gegentheil nach aufgehobenen Hindernisse, mit beschleunigter Bewegung seine erste Richtungslinie überschreiten. Gelangt daher ein Lichtstral in der durchsichtigen wirklichen ebenen Oberfläche eines Spiegels an, so wird er als senkrecht einfallend, d. i. in seiner gröſsten Wirksamkeit gegebener Stral, auch den gröſsten, kein Ausweichen nach den Seiten zu gestattenden Widerstand finden, der ihn nöthigt vermöge seiner Elasticität in sich selbst zurück zuwirken. Das Hinderniſs seiner weiteren Fortpflanzung war aber zum Theil schon in der wahren Oberfläche gegeben, und wächst je weiter er diese durchdringt; er wird daher senkrecht reflectirt, scheinbar ohne den Spiegel selbst zu berühren, d. h. ehe er zur scheinbaren Oberfläche desselben gelangt. Schief auffallende Stralen, finden

in der wahren Oberfläche des Spiegels ein dichteres und cohärenteres Medium als das war, aus welchem sie zum Spiegel gelangten, werden dadurch von der geraden (aber nicht senkrechten) Richtung in der sie zur Oberfläche gelangten nach und nach wiederholt abgelenkt, und so in die Gestalt einer Curve gebracht (S. 778), der zufolge sie das durchsichtige Medium der wahren Oberfläche wieder verlassen, und nun nach aufgehobenem Hindernisse, mit verstärkter Kraft (gleich dem Pendel) über die letzt erhaltene Richtungslinie hinaustreten. Sie werden daher noch vor der Berührung der scheinbaren Oberfläche gekrümmt (gebrochen) und dann reflectirt.

6) Etwas ganz ähnliches begegnet den Lichtstralen wenn sie in der Luft an den Kanten undurchsichtiger Körper vorbeigehen; sie weichen dann mit einer gegen den Körper convexen Krümmung, von ihrer ursprünglichen Richtung ab. Man nennt dieses Phänomen die Beugung des Lichtes (Inflexio lucis), die schon von F. M. Grimaldi (physico-mathesis de lumine, coloribus et iride, aliisque adnexis. Bonon. 1665. 4.) beobachtet, aber von Neuton (Optice. III. Obs. 272 ff.) zuerst genauer untersucht wurde. Nach Neuton beträgt jene Entfernung des gekrümmten Strals von der scheinbaren Oberfläche $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{200}$ Zoll was jedoch wohl gar sehr von der verschiedenen Glätte (siehe oben) der Kante oder Fläche des undurchsichtigen Körpers abhängig seyn dürfte. Dieser Beugung zu Folge, wirft ein Faden (feiner Drath, Haar etc.) auf welchen durch eine sehr kleine Oeffnung eines finsteren Zimmers einige Sonnenstralen fallen, Neutons Beob. gemäſs, auf weisses Papier einen Schatten, welcher breiter ist, als er bei ungeänderten ge-

raden Fortgange des Strals hätte seyn können, und zugleich neben und innerhalb dieses Schattens (farbigte) leuchtende Säume und Streifen; wahrscheinlich in dem einige Stralen von der Körperoberfläche wegen ihres Einfallswinkel noch reflectirt werden, während die anderen, als parallele, noch gebrochen werden. Nach N. werden die ersteren Stralen von der Oberfläche abgestossen und die anderen, welche das Licht in den Schatten bringen, angezogen. — Vergl. W. Nicholsons Bemerk. über die Beugung in Gilberts Ann. XVIII. 197. u. J. J. Wagners Theorie d. Wärme u. des Lichtes. Leipz. 1802. 54. ff. 8.

7) Noch deutlicher wird uns das ganze Phänomen der Richtungsänderung des Lichtes in der wirklichen Oberfläche der Körper werden, wenn wir das Licht in seinen verschiedenen schiefen Uebergängen aus einem durchsichtigen Medio in ein anderes, von abweichender Dichtigkeit, Cohärenz und chemischer Qualität beobachten. Vergl. Wagner a. a. O. 43, 57 u. ff.

D) *Von der Brechung des Lichtes.*

§. 151.

XXXXVI. Vers. Zwischen mehreren auf einander gelegten und dadurch minder durchsichtig gewordenen Glasplatten, bringe man etwas reines klares Wasser, so daſs jede zwei Platten durch das Wasser verbunden werden; ihre Undurchsichtigkeit wird jetzt aufgehoben seyn, so daſs unterliegende Gegenstände deutlich gesehen werden können. Auf gleiche Weise macht etwas

Oel auf das Meer gegossen, das Seewasser an dieser Stelle weit hinab durchsichtig. Ferner in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Trinkglas, tauche man, schräg gegen den Wasserspiegel, einen geraden Stab, er wird gebrochen scheinen; und hat man eine Münze oder anderen unterscheidbaren Körper ins Wasser geworfen, so wird sie dem aus der Luft auf den Wasserspiegel schauenden Auge höher zu liegen, und von der Seite mit etwas aus der gewöhnlichen Stellung abweichenden Augen betrachtet, doppelt zu seyn scheinen; noch deutlicher wird dieses beobachtet werden, wenn man eine Münze in eine undurchsichtige Schaale legt, so daſs sie bei einer gewissen Stellung des Auges nicht gesehen wird; sie wird sichtbar werden, wenn man die Schaale mit Wasser füllt. Eben so scheinen die Fische im Wasser um $\frac{1}{4}$ höher zu schwimmen, als es wirklich der Fall ist, und ein Gegenstand erscheint dem Auge, unter oder hinter einem ebenen Glase, fast um $\frac{1}{3}$ von der Dicke des Glases der Glasoberfläche näher, als er wirklich liegt etc. Diese und eine zahllose Menge ähnlicher Beob. und Vers. zeigen, daſs wenn die Lichtstralen aus einem Medium in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit und Cohärenz oder von verschiedener Brennbarkeit, unter einem schiefen Winkel

übergehen, sie von ihrer vorigen Richtung abgelenkt werden. Man nennt diese Ablenkung des Lichtes von seiner geradlinigten Richtung die Brechung desselben (Refractio lucis.)

1) Rücksichtlich der Brechung durch die verschiedene Dichtigkeit und Cohärenz der Medien, gilt folgendes aus der Erfahrung geschöpfte Gesetz: Geht der schieflinigte Lichtstral aus einem dünneren und minder cohärenten Medium in ein dichteres und cohärenteres über, so wird er an des lezteren Oberfläche dem Einfallslothe zugekehrt; kommt er aus einem dichteren und cohärenteren Mittel, um in ein dünneres und minder cohärentes überzugehen, so wird er vom Einfallslothe abgelenkt. Zwischen beiden Brechungen giebt die ursprüngliche schiefe Richtung des Strals, die mittlere Linie. Senkrecht einfallende Stralen gehen ungebrochen durch; und je weniger der schiefe Stral von der senkrechten Richtung abweicht, um so weniger wird er gebrochen.

2) Es sey c (Taf. III. Fig. 29) der Mittelpunct der Erde; o ein Beobachter auf ihrer Oberfläche; HZR ein Theil unserer Erdatmosphäre, und S ein Stern, ausser der Atmosphäre, der einen Stral nach v wirft. Der Stral passirt zuförderst das dünnere Medium des Aethers, kommt aber späterhin zur Grenze der dichteren Erdatmosphäre, und wird nun hier so gebrochen, daſs er anstatt nach v, nach o fortgepflanzt wird, und hier ins Auge des Beobachters gelangt, welches daher (S. 227 ff.) den Stern in t zu erblicken

wähnt. — Man nennt diese Stralenbrechung, zum Unterschiede derjenigen terrestrischer Gegenstände, die astronomische Stralenbrechung (Refractio astronomica), und leitet von ihr und von der Reflexion mit Grunde die Dämmerung (Crepusculum) ab. Ziehen wir in Gedanken eine senkrechte Linie durch denjenigen Punct des Strals, wo beide Medien aneinander grenzen, so ist der (Einfalls-) Winkel, den der Stral mit dieser Linie in dem dünneren Mittel macht, grösser als der (Brechungs-) Winkel, den er mit ihr in dem dichteren macht. Hieher gehören noch verschiedene Erscheinungen; z. B. wir sehen die Stralen der aufgehenden Sonne schon, wenn die Sonne noch nicht über dem Horizonte ist. Dagegen gehen die Stralen der im Zenith stehenden Gestirne senkrecht und mithin ungebrochen durch die zwischen liegenden Medien; und lassen daher die Gestirne in der Richtung erblicken, in welcher sie wirklich stehen. Findet die Brechung in der Luft, von Gegenständen der Erde statt, so nennt man sie die irdische Stralenbrechung (Refractio terrestris); z. B. die sogen. Erhebung (Seegesicht oder Kimmung öfters ein Vorbote des Regens), wo Berge, Küsten, Inseln etc. höher und näher scheinen als gewöhnlich.

3) AB (Taf. III. Fig. 37) bezeichne als Oberfläche des unteren Mediums die brechende Ebene (Planum refrangens) und CD den einfallenden Stral (Radius incidens), welcher aus dem dichteren oberen Mittel in das dünnere untere Mittel übergeht. Statt nach F fortzugehen, wird er in dem Einfallspuncte (Punctum incidentiae), D von dem Einfallslothe (Cathetus incidentiae), GH abge-

lenkt, und gelangt demnach bei seiner Fortpflanzung als gebrochener Stral (Radius refractus) in E an. Der Einfallswinkel (Angulus incidentiae) CDG, welchen der einfallende Stral CD mit dem Neigungslothe GH macht, ist kleiner als der Brechungswinkel (Ang. refractionis) EDH, welchen der gebrochene Stral DE mit dem Perpendikel GH macht. Der gebrochene Stral liegt mit dem einfallenden und mit dem Perpendikel stets in einerlei Ebene; die Brechungsebene (Planum refractionis) genannt, und der Winkel FDE den der verlängerte einfallende Stral DF mit dem gebrochenen Strale DE macht, wird der gebrochene Winkel (Angul. refractus) genannt. Der Sinus des Einfallswinkels oder der Einfallssinus CG auf GH senkrecht gezogen, steht mit dem Sinus des Brechungswinkels oder dem Brechungssinus, EH auf DH gezogen und DE $=$ CD gesetzt stets im bestimmten Verhältnisse (Ratio refractionis), welches wenn das Licht aus der Luft ins Glas übergeht, fast wie 3 : 2, wenn es sich hingegen aus der Luft ins Wasser fortpflanzt, fast wie 4 : 3 gesetzt werden kann. Mithin verhält sich die brechende Kraft des Glases zu der des Wassers wie $\frac{9-4}{4} : \frac{16-9}{9}$, d. i. wie $\frac{5}{4} : \frac{7}{9}$ oder 45 : 28.

4) Die Kenntniſs der astronomischen Stralenbrechung, die der Araber Alhazen zu erst angegeben zu haben scheint, und die erst im 16 Jahrhundert durch Bernhard Walter, Maestlin, Tycho de Brahe, und Kepler späterhin vorzüglich aber durch die Entdeckungen eines Torricelli, Pascal, Boyle und Mariotte über die Beschaffenheit der Erdatmosphäre richtiger bestimmt wurde, gab zunächst

Veranlassung die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes in verschiedenen Mitteln nachzuweisen. Willebrord Snellius entdeckte das oben ausgesprochene Gesetz der Brechung, jedoch eigentlich nicht für Sinusse sondern für die Consecanten, und Descartes, die Entdeckung des Snellius benutzend, für die Sinusse selbst. Neuton, Muschenbroek, Euler, Zeicher, Hawskbee, Martin, Rochon und in neueren Zeiten vorzüglich Biot und Arago (B. und A. über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der verschiedenen Gasarten; in Gilberts Ann. XXV. 345. XXVI. 38. etc.), haben sich bemüht das verschiedene Brechungsvermögen der durchsichtigen Stoffe und Gemische auszumitteln. Die Hauptschwierigkeit welche sich den älteren Experimentatoren bei gedachten Versuchen entgenen stellte, bestand in der Aufgabe: bei denen, ins Ganze immer nur wenige Minuten betragenden Ablenkungswinkeln die Unterschiede so scharf zu beobachten, als es die daraus herzuleitenden Folgerungen nöthig machten. B. und A. begegneten dieser Schwierigkeit, indem sie sich des sonst nur bei astronomischen Beobachtungen angewendeten Le Noirschen Vervielfältigungskreises bedienten, und so gelangten sie, bei ihren genauen Versuchen von Laplace und Berthollet unterstützt, zu dem wichtigen Resultate, dafs das Brechungsvermögen der verschiedenen Mittel, nicht blofs von der verschiedenen Cohärenz und Dichtigkeit, sondern vorzüglich auch von der chemischen Beschaffenheit derselben abhänge, wodurch sich den Physikern ein neuer Weg eröffnete; die Resultate der chemischen Versuche über die

Bestandtheile der Körper, rücksichtlich ihrer Richtigkeit genauer zu prüfen, als dieses bisher möglich war. Schon Neuton schloſs aus dem grossen Brechungsvermögen des Demant auf seine Brennbarkeit, und spätere Versuche zeigten bereits, daſs das Brechungsvermögen der Körper mit ihrer Brennbarkeit im genauen Verhältnisse stehe; B. und A. Versuche zeigten endlich, daſs der Wasserstoff die stärkste der Sauerstoff die schwächste refrangirende Kraft besitze. Zugleich ergab sich aus diesen Vers., wieviel bei der Brechung auf Rechnung der grösseren oder geringeren Verdichtung und Cohärenz zu schieben sey; die genannten Experimentatoren fanden nämlich, daſs den Brechungsverhältnissen des Sauerstoff- und Wasserstoffgases zufolge, das Brechungsvermögen des Wassers (das der Luft = 1 gesetzt) = 1,51 seyn sollte, während Neutons Vers. 1,75, also $\frac{1}{8}$ mehr gaben, als durch die Berechnung bestimmt worden war. Bei ähnlichen Berechnungen fand sich überall das berechnete Resultat geringer als die Versuche; z. B. Olivenöl (eine Substanz von grösserer Unverschiebarkeit als das Wasser) nach Neuton = 2,73, nach dem Calcul 2,50 (Unterschied = $\frac{1}{9}$); Alkohol nach N. = 2,23, nach dem Calcul 1,94 (Untersch. = $\frac{1}{8}$). Neutons Vers. bestimmen die Refraction des Demants auf 3,2119; nach B. und A. Vers. ist nun das Refractionsvermögen des kohlensauren Gases (wozu der Demant mit Hülfe des Sauerstoffgases verbrennt) etwas schwächer als das der gemeinen Luft, und nach Lavoisier soll die Kohlensäure aus 0,24 Kohlenstoff und 0,76 Sauerstoff zusammengesetzt seyn; demnach finden B. und A. das Brechungsvermögen des Kohlenstoffs = 1,44, und schliessen

hieraus (falls die Condensation und Erstarrung der luftförmigen Stoffe zu Demant keinen Unterschied machte), daſs der Demant 0,35 seines Gewichts Wasserstoff enthält; vergl. S. 655 dies. Grundr. und Kastners Beitr. II. S. 215 ff.

5) Geht das Licht aus der durchsichtigen Masse in die Luft über, so verhält sich Versuchen zufolge der Brechungssinus zum Einfallssinus, den man gleich 1,000 setzt

n. Rochon	bei	destill. Wasser von 14° R. -	wie	1,333
	—	flüssigem Aetzammoniak -	—	1,349
	—	rectificirtem Weingeiste - -	—	1,378
	—	Kochsalzlösung - - - - - -	—	1,375
	—	Salmiaklösung - - - - - -	—	1,382
Neuton	—	Olivenöl - - - - - - - - -	—	1,466
	—	Terpentinöl - - - - - - -	—	1,470
	—	Sassafrasöl - - - - - - -	—	1,544
	—	Zuckerlösung (Wasser 27, Zucker 1) - - - - - -	—	1,346
	—	wässriger Lös. d. kohlensaur. Kali - - - - - - -	—	1,390
	—	wässriger Lös. d. kohlensaur. Natron - - - - - -	—	1,352
	—	wässriger Lös. d. kohlensaur. Ammoniak - - -	—	1,382
	—	Kalkwasser - - - - - - -	—	1,334
	—	Vitriolöle - - - - - - - -	—	1,428
	—	Salpetersäure - - - - - -	—	1,412
Euler	—	destill. Essig - - - - - -	—	1,344
	—	flüss. Eiweiſs - - - - - -	—	1,368
Neuton	—	trocknem Steinsalze - - -	—	1,545
	—	Alaun - - - - - - - - -	—	1,458
	—	Frauenglase - - - - - -	—	1,487

n. Rochon	bei Isländischem Krystall. - -	wie	1,625
	— Bergkrystall - - - - - - - -	—	1,575
	— Demant - - - - - - - - -	—	2,755
	— gemein. Glase - - - - - -	—	1,543
	— Flintglase - - - - - - - -	—	1,613
Neuton	— Crownglase - - - - - - - -	—	1,532
	— arab. Gummi - - - - - - -	—	1,477
	— Ambra - - - - - - - - - -	—	1,556
	— Kampher - - - - - - - - -	—	1,500
	— verglastem Spieſsglasoxyde -	—	1,889
	— Borax - - - - - - - - - -	—	1,467
	— Salpeter - - - - - - - - -	—	1,524
	— d. sog. leeren Raume - -	—	0,999

6) Nach Biot und Arrago ist das Brechungsvermögen der atmosphär. Luft 6,5mal schwächer als das des Wasserstoffgases, und da nach v. Humboldts und Gay-Lussacs Beob. die atmosphär. Luft bis zu 3600 Toisen Höhe, wenigstens nicht über 0,002 Wasserstoffgas enthält, und überhaupt in allen anderen Regionen ein fast gleiches Bestandtheilverhältniſs darbietet, so folgt daſs das Brechungsvermögen überall dasselbe sey, mithin die Astronomen nichts von der Veränderung der chemischen Beschaffenheit der Luft zu fürchten haben, und die berechneten Refractionstafeln für alle Orte der Erde gelten. — Merkwürdig ist es übrigens, daſs sich das Brechungsvermögen des Sauer- und Wasserstoffgases zu einander, ähnlich verhält, dem Schalleitungsvermögen gedachter Gase zu einander, vergl. S. 711 dies. Grundr. und daſs Kohlenstoffgehalt, Brechungsvermögen und Cohärenz in den verschiedenen Bildungsmomenten der Materie so sehr correspondiren; vergl. 659, wo

in dem von STEFFENS entworfenem Schema, der Kohlenstoff als contrahirter Pol erscheint.

7) Zur Erläuterung eines noch übrigen dritten Falles, wo die Lichtstralen zuvörderst ein gleichmässig dünnes, dann ein dichteres von verschiedener Cohäsion und Brennbarkeit, und endlich wieder ein dünneres Medium in schiefer Richtung durchlaufen, diene Taf. III. Fig. 36, aa bezeichne den schief einfallenden Stral, dessen Bewegung sich in eine senkrecht wirkende, und eine parallel der Fläche ik wirkende zerlegen läſst; nur auf die Geschwindigkeit des senkrechten Richtungstheiles, kann die Cohäsionskraft des dichteren zwischen x und y gelagerten Mediums Einfluſs haben, und die Geschwindigkeit dieses senkrechten Theils wird, je näher der Stral dem brechenden Medium xy kommt zunehmen, und dadurch den Lichtstral bestimmen, eine Curve zu beschreiben, die sich der senkrechten Richtung nähernd endlich in diese bei xy übergehen würde, wenn die Cohäsion und die chemische Beschaffenheit des Mittels xy überall von gleichem Werthe wäre. Sofern dieses aber nicht der Fall ist, bewegt sich der Lichtstral durch xy in einer krummen Linie, und da nach y zu die beschleunigende Wirkung des dichteren Mediums allmälig abnimmt, so geht der Stral aus dieser krummlinigten Richtung nach und nach in die ursprünglich geradlinigte wiederum über, in welcher er sich hinter lm (als äusserste Grenze des dünneren und eines dünnen Mediums, welches dem oberen hinter ik gleich ist) fortpflanzt.

8) Weichen zwei Medien rücksichtlich ihrer Brennbarkeit bedeutend von einander ab, und sind sie zugleich in ihrer Dichtigkeit und Cohärenz sehr von

einander verschieden, so wird der aus dem nicht brennbaren dichterem Mittel (z. B. Wasser) in das mehr brennbare dünnere Mittel (z. B. Terpentinöl, Leinöl) gehende Stral, nach dem Perpendikel zu gebrochen; während er davon abgelenkt worden wäre, wenn beide Medien gleichen Brennbarkeitswerth gehabt hätten; vergl. oben.

9) Taf. III. Fig. 38 stelle im finsteren Zimmer ein gläsernes Prisma FDH dar, auf dessen Seite FH, durch ein in E sich befindendes Loch, ein Stralencylinder fast senkrecht einfällt, so werden die parallelen Stralen in das Glas ungebrochen aber sehr schief auf die Grenzfläche DH fortgehen. Hier sollten nun die Stralen beim bevorstehenden Uebergange in die dünnere Luft vom Einfallslothe abgelenkt werden; da aber der Sinus des Brechungswinkels grösser werden müſste, als der Sinus totus ist (ein unmöglicher Fall), so erfolgt gar keine Brechung, sondern diese verwandelt sich in Zurückstralung, und die aus E nach C gehenden Stralen, werden den Gesetzen der Reflexion gemäſs gegen F nach A zurückgeworfen, wo sie fast ungebrochen in die Luft zurückgehen. — Hieher gehört die Luftspiegelung, wo sich nebst einem entfernten Gegenstande zugleich ein Bild desselben in der Luft zeigt. Der Hauptgrund dieses Phänomens ist in der manchmal sehr verschiedenen Dichtigkeit der einzelnen Luftschichten zu suchen. Ist die Luft in der Nähe der Erdoberfläche durch Localursachen, z. B. örtliche Wärme sehr verdünnt, während in einiger Entfernung darüber oder zur Seite dichtere Luftschichten schweben, so erscheint das Luftbild des Gegenstandes unter oder zur Seite des Gegenstandes;

ist hingegen die verhältnifsmässig sehr dichte Luftschicht (innerhalb welcher Gegenstand und Zuschauer sich befinden) in der Erdnähe und darüber die dünnere Schicht, so erscheint das Bild über dem Gegenstande. Die sog. Fata Morgana; vergl. A. Kircher a. a. O. p. 2. C. 1. Schott im vierten Buche seiner Magia optica p. 10 ff. u. P. Ignat. Angeluk's Brief an A. Kircher über die Morgana zu Rhegio im mamertischen Sunde; Kircher a. a. O.; Büsch tract. duo optici argumenti. Hamburgi 1783. 4. T. Grugers phys. Abhdl. über die Stralenbrechung und Apprallung von erwärmten Flächen. Dresden 1787. Goth. Mag. V. 144. VI. 165. Hellwaag im Genius der Zeit. Jul. 1797. Reinike Abhdl. über die Fata Morg. in den allgem. geograph. Ephemeriden. März. 1800. Büsch u. Monge ebendas. Jul. 1800. Wolloston in den Phil. Transact. 1800. P. II. p. 40 u. in Gilberts Annal. XIII. 394. Gruber in Gilberts Ann. III. 439. R. Woltmann ebend. III. 397. P. Minasi ebend. XII. 20. Giowenne's Beob. ebend. 1. Brandes ebend. XVII. 129. Castberg ebend. 183. Kries a. a. O. XXIII. 365. u. Brandes ebend. 380.

10) Aus den allg. Refractionsgesetzen folgt ferner noch, dafs beim Brechen in durchsichtigen ebenen Flächen, parallele Stralen ihren Parallelismus beibehalten, wie sehr auch die einzelnen Medien durch welche sie gehen, rücksichtlich der Dichtigkeit, Cohärenz und Brennbarkeit von einander abweichen. Divergirende Stralen, werden beim Uebergange aus dem dünneren in das dichtere Mittel von ebener Oberfläche, in ihrer Divergenz, und convergirende in ihrer Convergenz vermindert; umgekehrt werden divergirende in ihrer Divergenz und con-

vergirende in ihrer Convergenz vermehrt, wenn sie aus dem dichteren in das dünnere Mittel übergehen. — Zu denen auf den Refractionsgesetzen beruhenden merkwürdigen Phänomenen gehören noch: die scheinbare Ortsveränderung der durch ein gläsernes Prisma betrachteten Gegenstände; die dioptrischen Anamorphosen, d. i. Zeichnungen zerstreuter Theile, die durch ein Rautenglas gesehen als zusammenhängendes Ganze erscheinen; die Vervielfältigung der durch ein Rautenglas (Polyedrum) betrachteten Gegenstände, und die scheinbare Verdoppelung eines Gegenstandes (z. B. einer Nadel) welcher durch den durchsichtigen Kalkspath oder Isländischen Krystall oder Doppelspath gesehen wird; vergl. Hauy über die doppelte Brechung des durchs. Kalkspaths, in Grens N. Journ. d. Phys. II. 403. Des Abbe Rochons künstlicher Doppelspath: Gothaisches Mag. I. 184. Am erwähnten Fossile zeigt sich das Phänomen der doppelten und oft mehrfachen Stralenbrechung am deutlichsten; ausserdem aber auch an mehreren anderen durchsichtigen krystallinischen Körpern; vergl. Leonhards Miner. Tabellen, und über das Phänomen selbst: Laplace's Bericht über verschiedene Phänomene der doppelten Brechung des Lichtes, beob. von Malus; in Gehlens J. f. Chem. Phys. u. Miner. VIII. 200. ff.

§. 152.

Das allgemeine Gesetz der Brechung im Auge behaltend, und das was zuvor von der Reflexion der Stralen durch gekrümmte Flächen gezeigt wurde, auf das Brechen durch

krummlinigt begrenzte Medien anwendend, wird es leicht durch Zeichnung und Rechnung den Weg zu bestimmen, den die Lichtstralen nehmen, wenn sie in dichteren oder dünneren Mitteln, deren Oberflächen gekrümmt sind, gebrochen werden. Uns genügt es hier nur diejenige Stralenbrechung zu bestimmen, welche in Gläsern stattfindet, die auf einer oder beiden Seiten nach der Gestalt eines Stücks von einer Kugelfläche geschliffen sind, und sphärische Gläser, Linsengläser, Lupen oder Linsen (Lentes) genannt werden.

1) Man theilt die Linsen in Sammelgläser, convexe oder erhabene Linsen (Lentes convexae), und in Zerstreuungsgläser, Hohlgläser concave oder hohle Linsen (L. concavae). Die ersteren sind in der Mitte dicker als nach dem Rande zu, und zwar entweder auf beiden Seiten durch auswärts gehende Kugelflächen begrenzt (convexconvex oder biconvex, vergl. Taf. III. Fig. 32, A B), oder auf der einen Seite eben und auf der anderen erhaben (planconvex, Taf. III. Fig. 31, a b), oder auf der einen Seite vertieft und auf der anderen erhaben, so dafs der Halbmesser der vertieften Seite grösser ist, als der der erhabenen (concavconvex, das mondförmige Glas oder Meniscus); die lezteren entweder auf beiden Seiten hohl (concavconcav, biconcav, T. III. Fig. 33, GH), oder auf der einen eben und auf der anderen vertieft (planconcav, T. III. Fig. 39, IK), oder auf der einen Seite hohl und auf der anderen erhaben, so dafs der

Halbmesser der hohlen Seite kleiner ist als der der erhabenen (convexconcav). Sind bei einem auf der einen Seite convexen und auf der anderen concaven Glase, die Halbmesser gleich, z. B. bei einem Uhrglase, so werden die Stralen wie von einem ebenen Glase gebrochen.

2) Eine gerade Linie (CD Taf. III. Fig. 30) in der Richtung des Halbmessers, durch die Mitte der Linse (AB) gehend, heiſst die Axe des Glases, und und ein solches Glas wird recht centrirt genannt, wenn es so geschliffen ist, daſs jene gerade Linie durch die Mittelpuncte seiner beiden Oberflächen senkrecht geht. Die Puncte dc, wo die Axse die Oberflächen schneidet, werden die Scheitelpuncte der Linse genannt. Bei jedem Glase der Art, ist der Halbmesser für jeden Einfallspunct (dessen Stelle als eine unendlich kleine ebene Fläche genommen wird) das Einfallsloth.

3) AB T. III. Fig. 32, bezeichne eine biconvexe Linse, und die Linien d, c, e parallel einfallende Stralen; der in der Richtung der Axe einfallende Axen- oder Hauptstral c geht ungebrochen durch, während die ihm parallelen aber schief einfallenden Stralen d, e, auf der Vorder- und in der Rückfläche des Glases so gebrochen werden, daſs sie den Axenstral und sich selbst in einem Puncte F hinter dem Glase schneiden (und nach dieser Durchkreuzung divergirend fortgehen), den man den Brennpunct, so wie dessen Entfernung von der vorderen Krümmung des als nicht dick betrachteten Glases die Brennweite nennt. In diesem Puncte F erscheint daher ein dioptrisches wirkliches Bild desjenigen leuchtenden Körpers, von welchem die Stralen aus-

gingen, und ist dieser die Sonne selbst, so entzünden die in dem Brennpuncte verdichteten Stralen brennbare Materien. Daher werden die erhabenen Linsen auch Brenngläser (Vitra ustoria, caustica) genannt.

4) ab, Taf. III. Fig. 31 stelle eine planconvexe Linse dar; die parallel einfallenden Stralen $\alpha\delta$ gehen gegen die ebene Vorderfläche des Glases senkrecht, und werden daher hier nicht gebrochen (während die Stralen d, e der vorhin beschriebenen Figur, in der krummen Vorderfläche nach dem Einfallslothe, im Verhältnisse 3 : 2 des Einfalls- und Brechungssinus, zu, und beim Austritt aus der Rückfläche im Verhältniſs 2 : 3 der Sinusse, vom Einfallslothe abgelenkt werden; wodurch aber die Annäherung zum Axsenstral noch vermehrt wird, in dem die Rückflächenkrümmung der Vorderflächenkrümmung entgegengesetzt ist), erleiden hingegen beim Ausgange aus der Rückfläche eine Brechung, welche sie dem Axenstrale zulenkt, und diesen in F, dem Brennpuncte der Linse, durchschneiden läſst, dessen Entfernung vom Glase, bei übrigens gleicher Rückflächenkrümmung nothwendig grösser ist, als die des Brennpunctes der biconvexen Linse. Beim Meniscus werden die auf der convexen Vorderfläche ankommenden Stralen der Axe stärker zugelenkt, als sie beim Austritte aus der concaven Fläche davon abgelenkt werden; sie treffen daher hinter dem Glase ebenfalls in einem Brennpuncte zusammen, der von dem Glase noch weiter entfernt ist, als derjenige der planconvexen Linse. — Die Brennpuncte dieser Linsen, bilden in der wirklichen Darstellung Brennlinien und Brennräume, vergl. 784; daher jene nach der verschiedenen Dicke und Gestalt der Linse sich richtende Verrückung der

Vereinigungspuncte, die unter der Benennung Abweichung der Stralen wegen der Gestalt des Glases (Aberratio ex figura) bekannt ist. — Die Brennweite wird übrigens gefunden (das Brechungsverhältniſs des Glases 3 : 2) wenn man das Product der Halbmesser beider Krümmungsflächen, mit der halben Summe dieser Halbmesser (beim Meniscus das Product der Halbmesser mit ihrer halben Differenz) dividirt. Beim biconvexen Glase, dessen gekrümmte Flächen zu einerlei Halbmesser gehören, ist folglich die Brennweite dem Halbmesser gleich, und beim planconvexen Glase dem Durchmesser der Kugel wovon das Glas ein Abschnitt ist. Beim Meniscus liegt der Brennpunct weiter vom Glase ab, als der Durchmesser, und bei einer massiven Glaskugel um den vierten Theil ihres Durchmessers hinter derselben. Durch eine leere Glaskugel wird kein Brennpunct gebildet; bei einer mit Wasser gefüllten Glaskugel ist der Brennpunct um die Hälfte ihres Durchmessers, und bei einer mit Terpentioöl gefüllten Glaskugel weniger als um die Hälfte des Durchmessers von der Kugel entfernt. Genauere Bestimmungen der Brennweiten sind ein Gegenstand der angewandten Mathematik; vergl. Grens Naturl. 5te Ausg. S. 386 u. ff. Brenngläser hat man auch aus zwei muschelförmigen, den Uhrgläsern ähnlichen, mit ihren Rändern zusammengeküttеten, mit Wasser oder Weingeist gefüllten, und dann gefaſsten Gläsern verfertigt, und sowohl diese Linsen, als auch hohle mit verschiedenen Flüssigkeiten füllungsfähige Glasprismen, hin und wieder zur Bestimmung des Brechungsvermögens der Flüssigkeiten benutzt. Trudaine's Brennglas hatte 4 Fuſs Durchmes-

ser und schmolz innerhalb einer Minute metallische Substanzen aller Art, Fossilien, Asche etc. und Pech unter Wasser. Parkers grosses Brennglas bestand aus einer biconvexen Linse von Flintglas, welche in der Mitte drei Zoll dick war, drei Fuſs im Durchmesser hatte und 212 Pfund (engl.) wog. Seine Brennweite betrug 6 Fuſs 8 Zoll par.; bei Vers. wurde sie aber gewöhnlich durch Einsetzung einer zweiten viel kleineren Linse verkürzt. Während sich diese Linse in London befand, wurden damit von verschiedenen Physikern mehrere Versuche angestellt; 10 Gran Platina flossen in 3 Secunden, 10 Gr. Stabeisen in 12 Sec., und 10 Gr. orientalischer Kiesel in 30 Sec.

5) Divergirende Stralen, deren Ausgangspunct weiter als der Brennpunct des convexen Glases liegt, werden in den Oberflächen des convexen Glases so gebrochen, daſs sie den Axenstral hinter dem Glase in einem Puncte schneiden, der weiter als der Brennpunct vom Glase entfernt ist, und der Vereinigungspunct, so wie sein Abstand vom Glase die Vereinigungs- oder Bildweite genannt wird. Kommen die divergirenden Stralen aus dem Brennpuncte selbst, so gehen sie hinter dem Glase als parallele fort, vergl. Taf. III. Fig. 32; und rückt der leuchtende Punct der convexen Linse noch näher, so gehen die Stralen hinter dem Glase mit verminderter Divergenz fort. Convergirend einfallende Stralen werden hinter dem Glase in einem Puncte vereint, der zwischen dem Brennpuncte und der Glasoberfläche fällt.

6) Zur näheren Erläuterung der Art, wie die convexen Linsen wirkliche dioptrische Bilder machen, diene Taf. III. Fig. 34. Es sey AB eine bi-

convexe Linse, ab ein beleuchteter Gegenstand vor der Linse, dessen Stralen in einer grösseren Entfernung wie die Brennweite auf die Vorderfläche des Glases fallen, und hier so wie bei ihrem weiteren Fortgange auf der Rückfläche auf bereits erörterte Weise gebrochen werden. Der mittlere von denen aus C kommenden Stralen, fällt in der Richtung der Axe ein, geht also ungebrochen durch; der mittlere von denen aus b unterhalb der Axe einfallenden Straleu, schneidet die Axe im Mittelpuncte x, und wird, da er nur einen kleinen Winkel mit der Axe macht, und beide Stellen des Glases welche er durchfährt, einander fast parallel liegen, beinahe gar nicht gebrochen, geht daher seine vorige Richtung beibehaltend, hinter dem Glase nach dem über der Axe liegenden Puncte β. Auf gleiche Weise würde ein mittlerer aus a kommender Stral, unterhalb der Axe in α angelangen, woraus folgt, daſs das Bild βcα des Gegenstandes aCb verkehrt erscheinen muſs. Die beiden aus C kommenden Grenzstralen, so wie die aus b kommenden, werden in der Linse so gebrochen, daſs sie sich mit den mittleren Stralen in c und β vereinigen. Man sieht hieraus, daſs das Bild eines sehr entfernten Gegenstandes fast in den Brennpunct des Glases fallen wird, und daſs es sich um so weiter hinter dem Brennpuncte entfernt, je mehr sich der Gegenstand dem ihm zugekehrten Brennpuncte nähert. Je weiter das Bild hinausfällt um so grösser wird es, in dem sein Umfang durch die Spitzen βα der zu den Grenzpuncten ab gehörenden Stralenkegel bestimmt wird, und diese Spitzen sich um so weiter von einander entfernen, je länger die Stralen hinter dem Glase vor ihrer Vereinigung fortgehen. Je

kleiner die Brennweite eines Glases ist, um so kleiner müssen auch die Bilder von einem und demselben (vor dem Glase in einerlei Weite seyenden) Gegenstande ausfallen. Liegt der Gegenstand vor dem Glase näher als der vordere Brennpunct, so entsteht gar kein wirkliches Bild, sondern die hinter dem Glase divergirend fortgehenden Stralen, haben eine solche Lage, als ob sie aus einem Puncte vor dem Glase kämen (den man den Zerstreuungspunct der divergirenden Stralen nennt). Betrachtet man daher einen Gegenstand durch eine convexe Linse, der entfernnter als die Brennweite liegt, so wird er nur undeutlich gesehen werden; rückt der Gegenstand in den Brennpunct, so wird er nur sehr weitsichtigen Augen deutlich erscheinen; steht er endlich innerhalb der Brennweite, so wird er aufrecht und vergrössert und für eine gewisse fast bei jedem Auge verschiedene Stelle sehr deutlich gesehen. Befindet sich hingegen das Auge beträchtlich weit vom vorderen Brennpuncte, und der Gegenstand gleichfalls in bedeutender Entfernung abwärts vom hinteren Brennpuncte, so sieht man das wirkliche verkehrte Bild des Gegenstandes (scheinbar im eigentlich) vor dem Glase. Versuche mit einer Kerzenflamme, deren Bild verschwindet wenn sie in den hinteren Brennpunct des Glases steht etc. Der Ort wo das wirkliche Bild erscheint ist der Vereinigungspunct, und die Vereinigungsweite ist dem Abstande des Bildes hinter dem Glase gleich, welcher gefunden wird, wenn man das Product aus der Brennweite des Glases in die Entfernung des Gegenstandes vom Glase durch die Differenz der Entfernung des Gegenstandes von der Brennweite des Glases dividirt. Der Quotient giebt

die Entfernung des Bildes. Der Abstand des Gegenstandes vom Glase verhält sich zur Entfernung des Bildes von demselben, wie der Halbmesser des Objects zum Halbmesser des Bildes. Vergl. Gren a. a. O. 392.

7) Die Hohlgläser sind in der Mitte dünner als nach dem Rande zu, und machen die von jedem Puncte eines Gegenstandes auf sie fallenden Lichtstralen divergirend. Taf. III. Fig. 33 GH sey eine biconcave Linse, a und b seyen Stralen eines sehr weit entlegenen Gegenstandes, die dem ungebrochen durchgehenden Axenstral cC parallel einfallen; durch die Brechung gehen sie nach d und e divergirend fort, ohne hinter dem Glase jemals eine Vereinigung zu gestatten, also ohne einen wirklichen Brennpunct, und ein wirkliches Bild darzustellen. Verfolgen wir aber die Stralen d und e in Gedanken rückwärts, so werden sie aus einem Puncte F zu kommen scheinen, der vor der vorderen Seite des Glases liegt, und der eingebildete Brennpunct oder der Zerstreuungspunct des Hohlglases, so wie die Weite desselben von dem Glase die negative Brennweite oder Zerstreuungsweite (die bei einerlei Halbmesser der Flächen dem Halbmesser gleich ist) genannt wird. Fallen die Stralen convergirend ein, so wird entweder ihre Convergenz gemindert (z. B. es fielen neben a und b sehr convergirende Stralen ein, so würden diese mit verminderter Convergenz hinter dem Glase fortgehen, und hier den Axenstral in C wirklich schneiden), oder sie werden hinter dem Glase parallel oder divergirend; je nachdem die Convergenz der Stralen vor dem Glase stark oder geringe war. Taf. III. Fig. 39 IK stellt eine planconvexe Linse vor; die (aus einem

dichteren Medium in das dünnere der Linse) einfallenden convergirenden Stralen ab würden ohne Brechung sich in F vereinigen, werden aber durch die Brechung entweder parallel, oder auseinanderfahrend. Die Stralen α, β bezeichnen den lezteren Fall. Die Zerstreuungsweite der planconvexen Linse ist dem Halbmesser gleich. Bei dem convexconcaven Glase ist die Divergenz der Stralen nach dem Durchgange noch geringer als bei dem planconvexen, und die Zerstreuungsweite ist mithin noch grösser, als bei diesem. — Während convexe Gläser (wie die Hohlspiegel) unter den oben angeführten Umständen vergrösseren, verkleineren die Hohlgläser (gleich den erhabenen Spiegeln). Die Brennweite der Hohlgläser wird wie die der convexen Linsen berechnet, nur müssen die Halbmesser als negative Grössen gesetzt werden.

8) Die Einrichtung und Wirkung der optischen und dioptrischen Camera obscura; der Rheinthalerschen und Wollostonschen Camera clara; der Kircherschen Zauberlaterne (Laterna magica); des Lieberkühnschen und Martinschen Sonnenmikroscops und des Adams'schen Lampenmikroscops; die scheinbare Vergrösserung der Gegenstände, welche durch eine sehr kleine Oeffnung gesehen werden etc.

§. 153.

Jetzt sind wir im Stande bestimmter die Art und Weise zu erläutern, wie das Sehen des gesunden Auges möglich wird (vergl. §. 145.). Nur der auf die Pupille treffende Theil des von dem Gegenstande ausgehenden Stralenkegels, bewirkt

die Empfindung des Sehens; indem er zuvörderst beim Durchgange durch die Hornhaut und wässerige Feuchtigkeit vor und hinter der Pupille, und dann beim weiteren Fortgange durch die Krystallinse und durch die gläserne Feuchtigkeit, eine zahllose Menge von Brechungen erleidet, weil die einzelnen Häutchen und Zellen dichtere und brennbarere Medien als die atmosphärische Luft sind. Diesen häufigen Brechungen zu Folge, werden jene Stralen immer dem Perpendikel zu gebrochen, und kommen so ohne Kreuzung in einem Puncte auf der Netzhaut zusammen. Dasselbe findet bei allen übrigen einfallenden Stralen statt; alle haben im gesunden Auge ihre Vereinigungspuncte auf der Netzhaut, wo mithin der Ort des von den Gegenständen gemachten Bildes im Auge ist.

1) Ueber das Sehen der Operirten, denen durch die sog. Extraction die Krystallinse herausgenommen worden; über die Meinung, daſs das Bild der Gegenstände auf der Netzhaut verkehrt erscheine, und über die Vergleichung des Auges mit der Camera obscura. Erläuterung durch das künstliche Auge. — Ein nur in die Ferne deutlich sehendes Auge, heiſst weitsichtig (bresbyta), und ein nur nahe Gegenstände deutlich sehendes, kurzsichtig (myops); bei ersterem werden die Stralen nicht stark genug gebrochen, und ihre Vereinigungspuncte fallen daher über die Netzhaut hinaus (dieses Auge erfordert um nahe deutlich zu sehen ein convexes Brillenglas); bei

lezteren werdeu die Stralen zu stark gebrochen, so daſs sie zwischen Krystallinse und Netzhaut vereinigt werden, es wird daher ein concaves Brillenglas erfordert, um mit einem kurzsichtigem Auge in die Ferne deutlich zu sehen. Ueber sogen. Conservationsbrillen.

2) Auf Refraction und Reflexion des Lichtes beruht die Einrichtung und Wirkung der meisten optischen Werkzeuge, wohin ausser den bereits angeführten vorzüglich noch die Mikroskope oder Vergrösserungsgläser (Microscopia, Engyscopia) und die Teleskope oder Fernröhre (Telescopia, Tubi optici) gehören. Die Mikroskope theilt man in einfache (das Wilsonsche, Lieberkühnsche und das mit dem Erleuchtungsspiegel) und zusammengesetzte (das Cuffische); die lezteren bestehen aus mehreren Linsen, deren gewöhnlich drei sind: das Objectiv-, Collectiv- und das Ocularglas; und die Gegenstände sind entweder durch einen Hohlspiegel oder durch ein convexes Glas gehörig erleuchtet. Nachweisung dieser und ähnlicher Einrichtungen an verschiedenen Mikroskopen. Wie sich die kleinste Weite in der man deutlich sieht, zur Brennweite eines Vergrösserungsglases verhält, so die Grösse der durch das (einfache) Mikroskop gesehenen Gegenstände, zu der Grösse in welcher man diese Gegenstände noch ohne Vergrösserung deutlich sieht. Da nun das gesunde Auge gewöhnlich in einer Entfernung von 8 Zoll die Gegenstände deutlich sieht; so findet man die Stärke der Vergrösserung, wenn man 8 Zoll durch die Brennweite des Glases dividirt. — Die Teleskope werden in dioptrische und katadioptrische eingetheilt; zu den

ersteren, welche aus mehreren Linsen bestehen (die ebenfalls in Objectiv- und Ocularglaser unterschieden werden, von denen die ersteren mit Bedeckungen, die lezteren mit Blendungen vergl. S. 778 versehen und in verschiebbaren inwendig geschwärzten Röhren gehalten sind) gehöret: das (älteste) holländische oder Galileische Fernrohr (welches häufig als Taschenperspectiv vorkommt), das astronomische oder Keplersche, und das terrestrische oder das Erdrohr des Pater Rheita; zu den lezteren gehört: das Newtonsche neuerlich durch Herschel und Schröter sehr vervollkommenete Spiegeltelecop, das Cassegrainsche und das Gregorysche.

3) Die Spiegeltelescope haben den Vorzug, daſs sie keine fremden Farben zeigen, während die gewöhnlichen Gläsertelescope, durch ein die Brechung häufig begleitendes Phänomen die (weiter unten zu erläuternde) sog. Farbenzerstreuung genannt, die Ränder der Gegenstände mit den Regenbogen-Farben colorirt erblicken lassen. Da Neuton diesen Fehler für unverbesserlich hielt, so gab er sein erwähntes Spiegeltelescop an; Euler verfiel hingegen im Jahr 1747 (Sur la perfection des verres objectifs des lunettes; in den Mém. de l'academ. roy. des sciences de Prusse, 1747. S. 274) darauf, diesem Uebelstande dadurch zu begegnen, daſs man das Objectivglas aus zweierlei durchsichtigen Medien zusammensetze, welche das Licht verschieden brechen, so daſs das eine die Farbenzerstreuung wieder aufhebt, welche von dem anderen hervorgebracht wurde. Klingenstierna, Neutons entgegengesetzte Meinung näher prüfend (in den schwed. Ahhdl. v. J. 1754. 300.) veranlaſste durch seine Bemerkungen Joh. Dolland das irrige

der NEUTONschen Meinung einzusehen, und die Richtigkeit der EULERschen Vorstellung dadurch aufs vollkommenste zu bestätigen, daſs er zu erst ein farbenloses oder achromatisches Fernrohr darstellte. Späterhin verbesserte er und sein Sohn PETER DOLLAND, so wie auch GILBERT (in London) diese Art von Fernröhren bedeutend, und die neuesten von J. und P. DOLLAND verfertigten Objectivgläser bestehen aus zwey convexen (aus Crownglas) und einer concaven (aus Flintglas) Linse; philos. transact. Vol. L. 733.

4) Vergl. Theorie und Beschreibung des von ADAMS verbesserten Lampenmikroskops, von SCHMIDT; in GRENS N. Journ. I. 297. ff. FISCHERS mechanische Naturlehre, Berlin 1805. 8. GEHLERS phys. Wörterbuch III. 221. Beiträge zum Gebrauch und Verbesserung des Mikroskops, aus d. Engl. Augsburg 1754. 8. PRIESTLEY's Geschichte der Optik. 339. ff. ABRAH. G. KÄSTNER von Mikrometern in Fernröhren, in seinen astronomischen Abhandl. II. 263.

E) *Von den Farben.*

§. 154.

XXXXVII. Vers. Man lasse in einem finsteren Zimmer durch eine kleine runde Oeffnung F (Taf. III. Fig. 35) Sonnenstralen auf ein gläsernes dreieckiges Prisma PD fallen, sie werden nach geschehener Brechung hinter dem Prisma divergirend fortgehen, und von der weissen Wand ab aufgefangen, in S kein rundes und weisses Bild der Sonne machen (wie geschehen

müſste, wenn die Stralen nach der Brechung in ebenen Flächen ihren vorigen Parallelismus beibehalten hätten), sondern ein länglicht viereckites, oben und unten krummlinicht begrenztes Bild entwerfen, welches viele in einander sich verlaufende Farben zu erkennen giebt, von denen man von unten nach oben hauptsächlich folgende deutlich unterscheiden kann: roth, orange, gelb, grün, himmelblau, indigoblau, und violet, die mit ihren Rändern mehr oder weniger in einander fliessen. Man nennt diese Farbenschichtung das Farbenbild (Spectrum), die daran wahrzunehmenden Farben prismatische, einfache oder Grundfarben (Colores simplices, primitivi) dieselben von den Farbennüancen und gemischten Farben (C. secundarii, mixtae) unterscheidend, und das Phänomen selbst, seit Neuton, die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes (Diversa refrangibilitas staminum lucis).

1) Läſst man nämlich in einem durchaus finsteren Zimmer, einen einzelnen Farbenstreiffen, des sehr reinen Prisma, in hinreichender Entfernung durch eine kleine Oeffnung eines vertical gestellten schwarzen Schirmes (und zur besseren Sonderung von anders gefärbten Streifen, nochmals durch eine zweite ebenfalls sehr kleine Oeffnung eines zweiten schwarzen Schirmes) in ein zweites sehr reines Prisma fallen, so wird der einfach gefärbte Stral auf der hinterste-

henden weissen Wand nach dieser zweiten Brechung aufgefangen, ein kreisrundes einfach gefärbtes Bild darstellen, von der Farbe welche der Stral durch die erste Brechung erhalten hatte. Bringt man auf diese Weise, durch vorsichtiges Umdrehen des ersten Prisma, nach und nach alle oben genannten Farbenstreifen durch die Oeffnungen unter einerlei Einfallswinkel ins zweite Prisma, und von hier auf die Wand, so bemerkt man daſs der rothe Stral der niedrigste ist, der orange etwas höher, und so fort der violette am höchsten liegt; woraus Neuton folgerte, daſs der rothe Stral am wenigsten und der violette am stärksten gebrochen werde, und daſs mithin die verschiedenen gefärbten Stralen des Farbenbildes, ein verschiedenes Brechungsverhältniſs in einerlei brechenden Mitteln haben.

2) Grimaldi entdeckte obiges Phänomen zuerst 1665; Neutons Versuche begannen 1666. Denen Resultaten der lezteren zufolge, ist das Brechungsverhältniſs beim Uebergange aus der Luft in Glas:

für das rothe	Licht	- - — bis	$77\frac{1}{8}$: 50.
— — orange	—	- - — —	$77\frac{1}{4}$: 50.
— — hellgelbe	—	- - — —	$77\frac{1}{3}$: 50.
— — grüne	—	- - — —	$77\frac{1}{2}$: 50.
— — himmelbaue	—	- - — —	$77\frac{2}{3}$: 50.
— — indigoblaue	—	- - — —	$77\frac{7}{9}$: 50.
— — violette	—	- - $77\frac{7}{9}$ —	78 : 50.

Daher setzt er das mittlere Brechungsverhältniſs aus der Luft in Glas fürs grüne Licht wie 31 ; 20 fest. Setzt man nach N. die Länge des Farbenbildes = 1, so beträgt die Höhe des rothen farbigen Streifens (eines Prisma aus Spiegelglas) $\frac{1}{8}$, des orangen $\frac{3}{40}$, des

hellgelben $\frac{2}{15}$, des grünen $\frac{1}{6}$, des himmelblauen $\frac{1}{6}$, des indigoblauen $\frac{1}{9}$, des violetten $\frac{2}{9}$, und wird der Umfang eines Kreises nach Verhältniſs dieser Räume eingetheilt, so kommen fürs Rothe 45, fürs Orange 27, fürs Hellgelbe 48, fürs Grüne 60, fürs Hellblaue 60, fürs Indigoblaue 40 und fürs Violette 80 Grade dieser Peripherie.

3) Fängt man die Stralen, bevor sie durchs Prisma gehen, mit einer convexen Linse auf, so erscheint das Farbenbild (welches innerhalb der Vereinigungsweite der Linse von der weissen Ebene aufgefangen wurde) länglicht und schmal, mit sehr deutlichen Farben. Fängt man einzelne Bündel der gefärbten Stralen durch eine convexe Linse auf, so behält das davon entworfene im Vereinigungspuncte der Linse kreisrunde Bild, dieselbe Farbe bei, welche der Stralenbündel vor dem Durchgange durch die Linse hatte, und die rothen Stralen haben die gröſste, die violetten die kleinste Vereinigungsweite. Hieraus folgt zugleich, daſs die durch Linsen gehenden weissen Stralen (so fern sie hier Farbenzerstreuung erleiden) verschiedene Bilder machen müssen; diese decken sich, jedoch nicht vollkommen, und daher der violette und blaue Rand um die durch convexe Linsen in dioptrischen Werkzeugen gemachten Bilder; welche Unvollkommenheit, die Abweichung der Stralen wegen der Farben (Aberratio ob diversam refrangibilitatem) genannt, durch achromatische Gläser aufgehoben wird. Vergl. d. vorherg. §. N. 3.

4) Läſst man hingegen im finsteren Zimmer die aus dem Prisma kommenden gefärbten Stralen, sämmtlich durch eine convexe Linse gehen, so erscheint im Vereinigungspuncte derselben, das farbenlose

runde Bild der Sonne, welches mit einem Stück weissen Papier aufgefangen werden kann. Rückt man das Papier jenseits des Vereinigungspunctes nach der Linse zu näher, so erscheint das gewöhnlich gefärbte Bild mehr verengt in der vorigen Farbenordnung; entfernt man hingegen das Papier diesseits des Vereinigungspunctes von der Linse, so liegen die Farben des ebenfalls wieder erscheinenden erweiterten Spectrums, wegen der Durchkreuzung der Stralen in umgekehrter Ordnung. Hinter einem Würfel oder einem Glase mit parallelen Brechungsflächen, entsteht kein Farbenbild, weil die ausfahrenden Stralen mit den einfallenden wieder parallel, also so vereint werden, wie sie beim Einfallen waren. Darstellung des kreisförmigen Farbenbildes mittelst eines gläsernen Kegels.

5) Ehe wir es noch versuchen, das Phänomen der sogen. Farbenzerstreuung und die davon abhängigen Phänomene zu deuten, wollen wir uns mit denjenigen Folgerungen bekannt machen, die vorzüglich Neuton aus den angeführten Beob. ableitete. Das weisse Sonnenlicht sey kein einfaches, sondern ein aus farbigten Stralen zusammengesetztes Licht, und die Darstellung der prismatischen Farben sey derjenige Procefs, in welchem das weisse Licht, wegen der verschiedenen Brechbarkeit seiner Bestandtheile in diese Hauptfarben zerlegt werde. Die Besonderheit der 7 Hauptfarben, werde dadurch bewiesen, dafs keine derselben durch Prisma weiter in ungleichartige Farben zerlegbar sey, während andere gemischte Farben, z. B. die Vereinigung des gelben und blauen Strals zu grün, durch weitere prismatische Brechung wiederum in Gelb und Blau auseinander gehen, was hingegen bei dem ursprünglich grü-

nen Stral des Farbenbildes nicht der Fall ist. Was diese leztere Behauptung über die Zahl der Grundfarben betrifft, so bemerken wir vorerst, daſs Tobias Mayer nur Roth, Gelb und Blau als Grundfarben ansieht, und die übrigen durch Ineinanderfliessung und Mischung zweier Grenzfarben entstehen läſst; z. B. Orange aus Roth und dem angrenzenden Gelb. Der Neutonschen Beob., daſs das ursprüngliche Orange (Grün, Hellblau und Violet) durch fernere Brechung nicht weiter in die angeblichen Bestandtheile auseinandergehe, glaubt er dadurch zu begegnen, daſs er annimmt; die Mischungskraft der Bestandtheile des ursprünglichen Orange etc. sey stärker, als das Zerlegungsvermögen des Prisma; wobei es jedoch immer paradox bleibt, daſs dieses nicht der Fall ist, bei einem aus rothen und gelben Stralen des Farbenbildes künstlich erzeugtem Orange. Einen weiteren Grund für seine Behauptung findet T. Mayer in folgendem Phänomene. Theilt man eine um ihre Axe bewegliche kreisförmige Scheibe (Farbenspindel) in sieben Sectoren, die mit Pigmenten überstrichen werden, welche die sieben Hauptfarben zu representiren vermögen, dergestalt daſs für die rothe Farbe 45°, für die Orange 27°, für die Gelbe 48°, für die Grüne 60°, für die Himmelblaue 60°, für die Indigoblaue 40°, und für die Violette 80° des Kreisumfanges kommen, und dreht nun die Scheibe um ihre Axe, so erscheint alles weiſs. Beobachtet man andere Theilverhältnisse der genannten Farben, so erhält das Auge unter den angeführten Umständen, farbige Eindrücke. Eine Farbenspindel, nur in drei Sectoren, einen rothen, blauen und gelben getheilt,

und schnell herumdreht, giebt aber auch reines Weiſs. Das Farbendreieck. Tob. Mayeri commentatio de affinitate colorum, in dessen Operibus ineditis cura G. C. Lichtenberg. I. Götting. 1775. 4. Dasselbe Weiſs erhält man aber auch, wenn man nach Wünsch, die Farbenspindel mit Roth, Grün und Violet bestreicht; W. betrachtet daher aus diesem und anderen Gründen, die rothe, grüne und violette Farbe als die eigentlichen Hauptfarben. C. E. Wünsch Versuche und Beob. über die Farben des Lichts. Leipz. 1792. 8. Beob. und Vers. über farbiges Licht von J. G. Voigt in Grens N. Journ. d. Phys. III. 235. Bei allen Versuchen der Art, muſs indeſs nicht vergessen werden, zu beachten, daſs die zur Bemalung des Farbencirkels gebrauchten Pigmente nichts weniger als reine, sondern gemischte Farben sind; und daſs auch selbst die Mischung der Farbenstralen mittelst mehrerer Prismen (wohin verschiedene von Wünsch angestellte Vers. gehören), bisher nichts weniger als sorgfältig genug unternommen wurde, um reine, die geringere Zahl der Hauptfarben in Schutz nehmende, Resultate zu gewinnen. Vergl. Prieur: Mémoire sur la décomposition de la lumière en ses élémens les plus simples und dagegen Mollweide's scharfsinnige Bemerkungen über die Reduction der Neutonischen sieben Hauptfarben auf eine geringere Anzahl in Gehlnns Journ. f. Chemie u. Phys. I Bd. 651 u. ff.

6) Lüdike zeigte bereits in Gilberts Ann. V. 272, daſs nicht immer alle prismatische Farben nöthig sind, um auf einem Schwungrade mittelst geschwinder Umdrehung einen weissen Lichteindruck hervorzubringen, sondern daſs schon drei, nach den Verhältnis-

sen musikalischer Accorde gewählte Farben, zum Theil Weiſs, zum Theil eine dem Weissen sehr nahe kommende lichte Farbe geben. Hieher gehört auch NEUTONS Bemerk., daſs Farben, die innerhalb einer gewissen Grenze liegen, gemischt die mittlere Farbe hervorbringen, und daſs die ausserhalb dieser Grenze liegenden, gemischt von jenem Mittel sehr abweichen und oft sehr licht werden. Aehnliche Bemerkungen verdanken wir den Bemühungen eines LEONARDO DA VINZI, SCHÄFER, SCHIFFERMÜLLER, LAMBERT, MAYER und LICHTENBERG; das am tiefsten Gedachte haben aber neuerlichst RUNGE und STEFFENS darüber beigebracht, in der so eben erschienenen Farbenkugel oder Construction des Verhältnisses aller Mischungen der Farben zu einander, und ihrer vollständigen Affinität, mit angehängtem Vers. einer Ableitung der Harmonie in den Zusammenstellungen der Farben. Von P. O. RUNGE, Mahler. Nebst einer Abhandl. über die Bedeutung der Farben in der Natur, von H. STEFFENS. Hamburg 1810. 4. Nach R. ist eine harmonische, disharmonische und momentane Zusammenstellung der Farben möglich, und zwei nebeneinander gestellte Farben, wirken, wenn sie vermischt werden, entweder feindseelig auf einander (z. B. roth und grün in grau) oder sich zu einander neigend (roth und orange), oder sich productiv vereinigend und sich so in ihrem Producte verlierend (roth und gelb zu orange). Die Farben verhalten sich überhaupt zu dem Auge als mehr oder weniger entgegengesetzte individuelle Kräfte, welche im Grau, als dem Gegensatze aller Farbenindividualität, ihre allgemeine Auflösung finden. Als reine Farben erscheinen blau, gelb und roth, sich

einerseits an das Schwarze andererseits an das Weisse anschliessend. Mahlt man (nach STEFFENS) ein tief schwarzes Quadrat einen halben Zoll lang und breit auf weisses Papier; daneben einen viereckigten schwarzen Rand, $\frac{1}{4}$ Zoll breit und zwei Zoll lang, der eine lange, schmale, 3—4 Linien breite weisse Fläche von allen Seiten umschliefst, und beobachtet beide anhaltend mit fast geschlossenem Augen, so werden sich diese schnell blinzend auf und nieder bewegen, und an den Rändern das prismatische Farbenbild erblicken, nämlich bei der schwarzen Fläche auf weissem Grunde oben blau, unten roth und gelb, bei der weissen Fläche auf schwarzem Grunde, oben roth und gelb, unten blau. Aehnliche Versuche hat früher v. GÖTHE angestellt; vergl. dessen Beiträge zur Optik. Weimar. kl. 8. I. 1791. II. 1792. und GRENS Bemerk. darüber in dessen Journ. d. Phys. VII. 3. ff. Auch gehört hieher die bekannte Bemerk. dafs sehr schwarze Buchstabenschrift unter oben angegebenen Umständen, dem Auge mit gefärbtem Rande erscheint.

7) Die bedeutendsten der bis jetzt bekannten GÖTHE'schen Vers. sind folgende: vollkommen weisse und vollkommen schwarze Flächen, zeigen durchs Prisma beschaut keine Farben; wohl aber bemerkt man dergleichen an allen Rändern. a) ein weisser Streifen auf schwarzem Grunde, der Länge nach vor dem Prisma liegend, zeigt, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten zugekehrt ist: oben einen rothen und gelben, und unten einen hellblauen und violetten Saum, welche leztere ins Schwarze stralen. Liegt der schmale weisse Streifen der Queere nach vor dem Prisma, so erscheint er mit

Roth, Gelb, Hellblau und Violet ganz bedeckt; und ist er weit genug vom Prisma entfernt, so sieht man auch noch in der Mitte zwischen Gelb und Hellblau einen grünen Streifen, wobei das Gelb öfters vollkommen verschwindet. b) ein schwarzer Streifen auf weissem Grunde, der Länge nach vor dem Prisma liegend, zeigt unter angegebener Bedingung, oben einen hellblauen und violetten, unten einen gelben und rothen Saum, welche leztere ins Weisse stralen. Liegt der schwarze Streifen parallel mit der Axe des Prisma, so erscheint er mit Hellblau, Violet, Roth und Gelb ganz bedeckt; und bei hinreichender Entfernung wird die hochrothe Farbe phirsichblüthroth. c) Ist der brechende Winkel des Prisma während des Durchsehens nach oben zu gerichtet, so zeigen sich alle zuvor bemerkten Phänomene umgekehrt. Eine grössere Menge von hieher gehörenden Beob. und Vers., so wie eine Kritik der Neutonschen Farbentheorie, und Entwickelung der Götheschen Theorie, worin wie es scheint, der Gegensatz von Licht und Finsternifs (Helle und Schatten, Weisse und Schwärze) als in dem Gegensatze der Hauptfarben wiederkehrend, nachgewiesen werden dürfte, haben wir von dem Verf. der Beiträge zur Optik nächstens zu erwarten. Schon Aristoteles liefs die Farben aus Mischung von Licht und Schatten hervorgehen, wogegen sich aber bereits Seneca erklärte; vergl. Mollweide a. a. O. 700. ff. — Uebrigens ist der Grund der Verschiedenheit der Farben in Rücksicht auf unser Auge subjectiv, und es ist wahrscheinlicher dafs entgegengesetzte Farben durch Entwickelung entgegengesetzter Electricitäten im Augennerven wo nicht begründet doch davon begleitet

werden, als dafs, wie Westfeld (die Erzeugung der Farben. Götting. 1767. 8.) will, der Unterschied in verschiedener Erwärmung der Nervenhaut zu suchen sey. Vergl. die Bemerk. über das farbige electr. Licht, 548. Büffons zufällige Farben. Hamb. Mag. I. 425. Darwins Zoonomie I. 30.

8) Rücksichtlich der Götheschen Vers. sind noch besonders merkwürdig die sog. gefärbten Schatten, welche entstehen, wenn man von einem und demselben Körper, durch verschiedenes Licht, auf eine gewisse Fläche die Schatten werfen läfst. Z. B. wenn man bei anbrechendem Tage durch den Finger, den Schatten einer brennenden Kerze auf ein weisses Papier fallen läfst, während zu gleicher Zeit von ihm ein Schatten durch das Tageslicht auf das Papier geworfen wird, so findet man den ersteren dem Kerzenlichte zugehörenden und vom Tageslichte erleuchteten Schatten, hellblau, und den vom Kerzenlichte erleuchteten Schatten des Tageslichtes gelblich. Vergl. Gr. v. Rumford in Grens N. Journ. d. Phys. II. 58. — Zum Theil gehören hieher auch die bei der Beugung des Lichtes vorkommenden Farbensäume (Jordan in Gilberts Ann. XVIII. St. I. u. S. 791 dies. Grundr.), und die gefärbten Ränder welche man bemerkt, wenn man den Finger nahe vor dem Auge vorüber bewegt, während man nach dem Rahmen eines hellen Fensters sieht; wo der Rahmen auf der Seite, auf welcher der Finger steht, roth und gelb auf der gegenüberstehenden violet und blau begrenzt erscheint.

9) Nach Euler (a. a. O. vergl. S. 750 dies. Grundr.) ist in der verschiedenen Geschwindigkeit, mit welcher die Schläge des Aethers auf einander fol-

gen, die Möglichkeit der Farben zu suchen. Die rothen Stralen haben die gröfste, die violetten die geringste Geschwindigkeit, und indem die geschwinden Stralen weniger gebrochen werden, als die langsameren, entsteht prismatische Farbenzerstreuung. Dunkele Körper geben dem Aether entweder Schläge von einerlei Geschwindigkeit, und erscheinen dann farbigt, oder ertheilen dem Aether gar keine Schläge zurück, und sind dann schwarz. Das weisse Licht entsteht durch den Gesammteindruck von Aetherschlägen, die in ungleichen Zeiten, einige langsamer andere schneller, erfolgen. Die Vibrationsverhältnisse der Farben des Farbenbildes, verhalten sich zu einander ohngefähr, wie die Schallgeschwindigkeiten einer Octave; und deshalb glaubt E. dafs dem ersten Farbenbilde noch ein zweites (wie in der Musik auf eine Octave die nächste) folge, dessen rothe Stralen mit den blauen des ersten vereint, die violetten Stralen desselben bewirke. (Durch chemische Beob. geleitet kam ich vor einigen Jahren auf die Vermuthung, dafs hinter dem ersten Farbenbilde, noch ein zweites existire, vergl. m. Grundr. d. Chemie I. S. 290; die hieher gehörenden Phänomene lassen sich jedoch befriedigender und naturgemässer dadurch erklären, dafs jeder farbige Stral einem electrischen Magnete ähnlich 448 — 1, in erregbaren Stoffen, entgegengesetzte electrische Verhältnisse hervorruft. Mehr hierüber weiter unten.) So wie nach Eulers Hypothese die Erklärung des Schattens fast unmöglich wird, so bieten sich bei der Erklärung der Farbenzerstreuung fast noch grössere Schwierigkeiten dar, besonders läfst sich nicht einsehen, wie die Farbenzerstreuung nicht mit der mittleren Brechung im Verhältnifs stehe.

Noch vergl. man hierüber Thom. Youngs Meinung, daſs das Licht Undulation eines elastischen Mediums ist; Gilberts Ann. 1806. 4 St. 337—396. — Oken läſst das Licht in einer Polarisirung (Spannung) des Aethers (des durchsichtigen, vergl. Aristoteles Mein. 749) bestehen; bewegter Aether dessen Polarität aufgehoben (z. B. durch dunkele Körper) giebt das Phänomen der freien Wärme; der leuchtende Körper hat (gleich der Sonne) das polarisirende, spaltende, der beleuchtete (gleich dem Planeten) das indifferenzirende, verschluckende Princip in sich; ruhender Aether ist (als relativer Gegensatz des Lichts) das Finstere, Unsichtbare etc. Das Farbenbild (eine mehrfache Polarität) ist der abgelenkte, und daher selbstleuchtende Schatten des Prisma, welches mehr als einen Schatten, so mit auch mehrere Farbenbilder auf die Wand wirft etc. Vergl. dessen Erste Ideen zur Theorie des Lichts, der Finsterniſs, der Farben und der Wärme. Jena 1808. 4. u. Neutons erster Beweis für die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen, wodurch die Verschiedenheit der Farben erzeugt werden soll: widerlegt (?) von Oken; in Gehlens N. Journ. f. Chem. Phys. u. Min. VIII. 269. ff. Dagegen scheinen Th. v. Grotthuss opt. Vers. die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstralen über allen Zweifel zu erheben; vergl. a. a. O. S. 255—268. Mehrere dieser Versuche schliessen sich den oben erwähnten v. Götheschen Vers. an, und geben ausserdem noch ein Mittel an die Hand, die Entfernungen leuchtender Gegenstände auszumitteln, welche diese haben müssen, um dem Beobachter eine gleiche Quantität Licht zuzusenden; vergl. S. 773 dies. Grundr.

10) Aus den bisher beigebrachten Beob. über das Farbenbild, scheint nun genau erwogen zu folgen: dafs dieses Phänomen das Resultat einer continuirlichen Lichtbrechung ist, die durch continuirliche Vergrösserung des Brechungswinkel im Prisma fortschreitend wächst; dafs mithin ein bestimmtes Brechungsverhältnifs des Lichts, für das empfindende Auge, mit einer bestimmten Farbe nothwendig eins ist, und die rothe Farbe dort erscheint, wo das Licht (dem Brechungswinkel am nächsten und somit den kürzesten Weg durch das Glas beschreibend) am meisten gebrochen wird, die violette hingegen, wo es (dem Brechungswinkel am fernsten und somit den längsten Weg durch das Glas beschreibend) am meisten gebrochen wird. Hieraus folgt, dafs alle durchsichtige Körper das Farbenbild zu erzeugen vermögen, wenn ihr Volum nach irgend einer Seite fortwährend in Abnahme ist, und dafs, wenn das Prisma um seine Axe gedreht wird, die Farben in der Ordnung verschwinden oder erscheinen müssen, je nachdem das Prisma dem Lichte den Brechungswinkel mehr oder weniger zuwendet, und die Farben eine geringere oder stärkere Brechbarkeit des Lichtes anzeigen. Vergl. Wagner a. a. O. 68. ff. Erinnern wir uns nun, dafs alle Körper ausfer der scheinbaren eine wirkliche durchsichtige Oberfläche darbieten, so wird es jetzt klar, warum dieselben in einer gewissen Richtung gegen das Licht gehalten, mit Regenbogenfarben spielen (Wagner a. a. O.), indem das Licht (sowohl beim Einfallen als auch) bei der Reflexion jene Farben erzeugende Brechung erleidet. Hieher gehört das Farbenspiel schmelzender oder auch bereits in Oxydation begriffener Metalle; der Blick des Silbers;

der bunt angelaufene Stahl, das phauenschweifig-, regenbogenfarbig-taubenhälsig und stahlfärbig buntangelaufene, die Farbenverwandelung, das Irisiren und Opalisiren; das Schillern (Schillertaffent, die Flügel der Papillons, die Federn am Halse der Tauben, Papageien etc.); die Farben der Seifenblasen, die Farben alter Fensterscheiben von schlechtem Glase, die vom Abbe Mazeas (Memoires de l'Academie de Prusse. 1752.) beob. Farbenringe zweier, zuvor gut abgetrockneter und erwärmter, genau mit ihren Oberflächen durch Reiben in Berührung gesetzter Glasplatten etc. Manchmal ist die Brechung des einfallenden Lichtes von der des reflectirten verschieden; so sieht man nach R. Boyle's Beob. die frische Tinctur des Griesholzes (Lign. nephriticum) hinter dem Lichte blaugelb, vor dem Lichte rothgelb aus; gefärbte Gläser welche im ersteren Falle gelb oder grün, im lezteren roth erscheinen etc. Nach Hauy weiſslichgelber Glimmer blau etc.

11) Nach Neuton entstehen die beständigen Farben der Körper, wenn das einfallende Licht vor der Reflexion in seiner Mischung geändert wird, indem eine oder einige Hauptstralen durch chemische Anziehung des reflectirenden Körpers verschluckt, der übrige oder die übrigen zurückgeworfen (abgestossen) wird. Sofern wir uns nicht berechtigt glauben, die Materialität und individuelle Existenz eines Lichtstoffes annehmen zu dürfen, vermögen wir auch nicht jener Ansicht der chemischen Zersetzung des weissen Lichtes zu huldigen; sondern halten vielmehr mit Wagner dafür, daſs bei solchen beständig mit einer Hauptfarbe (oder gemischten Farbe) erscheinenden Körpern, der Grad der Durchsichtigkeit ihrer Ober-

flächen oder ihrer ganzen Massen, einen bestimmte sich gleich bleibenden Grad der Brechbarkeit (der somit einer bestimmten Farbe correspondirt) voraussetzt. Streng genommen zeigt wohl kein Körper nur eine Farbe, sondern nur eine überwiegend. Da nun die Brechbarkeit nicht bloſs von der Dichtigkeit und Cohärenz, sondern vorzüglich auch von der chemischen Qualität abhängt, so erklären sich hieraus die Farbenveränderungen, welche Körper erleiden, wenn ihre Mischungsverhältnisse abgeändert werden. Vergl. Cap. VII. Erläuterung durch Versuche. Rosenblümenblätter eine kurze Zeit mit Weingeist digerirt, geben eine farbenlose, durch Zusatz von etwas Salpetersäure sogleich roth, durch Alkalien grün werdende Tinctur. Tielebeins Anleit. mittelst zweier wasserheller Flüssigkeiten augenblicklich alle Hauptfarben darzustellen; in v. Crells Ann. 1785. I. 119.

12) Leitet man in einem finsteren Zimmer den homogenen rothen Lichtstral auf Carmin oder ein anderes rothes Pigment, so wird der Glanz und die Lebhaftigkeit dieser Farbe erhöht. Leitet man hingegen den hellblauen Stral auf rothe Körper, so erscheinen diese fast schwarz. Vergl. die vorläufige Notiz von ähnlichen Vers. des Prof. Weiss in Leipzig; Hermbstädts Grundr. der Färbekunst I. 15. — Ueber Pigmente; Färber- und Zeugdruckerkunst, a. a. O. u. Cap. VII. dies. Grundr.

13) Merkwürdig für die Farbenlehre sind noch folgende Phänomene. Erhitzte feste Körper glühen zuerst mit blauer, dann mit rother und endlich mit weisser Farbe; ein ähnliches Durchlaufen der Hauptfarben, von der dem Schwarzen am nächsten blauen

Farbe, hinauf bis zum Weiſs, bemerkt man auch beim Verbrennen (vergl. Cap. VII.), beim Leuchten der Phosphoren (s. oben S. 760 u. ff.) an dem electrischen Funken (Cap. V. VI.) etc. Die Essigsäure erhöht die blaue Farbe der Weingeistflamme; die Boraxsäure, verschiedene salpetersaure Salze, mehre Kupfersalze etc. färben die Flamme des Weingeists (und anderer brennbarer Körper grün), die Alkalien gelb (das Ammoniak nach eignen Beob. röthlichgelb), die erdigen Alkalien gelbroth oder feuerfarben und der Aetzstrontian, so wie die Salzverbindungen des Strontions: carminroth (667). In der organ. Natur sind die weissen oder hellgefärbten Stoffe, gewöhnlich die mehr oxydirten; die dunkeln und schwarzen die mehr hydrogenirten und kohlenstoffreicheren. — Die meisten Säuren sind weiſs, die Metalle, die Kohle, der Schwefel und Phosphor mehr oder minder gefärbt; die Alkalien, die Erden u. m. vollkommene Metalloxyde weiſs, und leztere gewöhnlich minder gefärbt als die unvollkommenen Oxyde. (Ueber die Schwärze des vollkommenen Braunsteinoxyds u. m. a. mündl.) Häufig entspricht auch der Gegensatz von blau und roth, dem electrischen und chemischen Gegensatze. Wahre Gase sind farbenlos, Halbgase (z. B. oxygenirte Salzsäure) gefärbt, und zwar im Zustande starker Oxydation orange oder roth. Die Metallhydrüres sind sämmtlich dunkel braun, schwärzlich oder blau; bei gleichzeitig gegebener Oxydation blaulichgrün oder grün (Prousts Wasserkupfer). Weitere Erläuterung mündlich. Vergl. auch: Steffens in Runge's oben angeführt. Schrift.

14) Die durchsichtigen Medien sind entweder farbenlos oder gefärbt; im ersteren Fall lassen sie

das Licht leuchtender Körper mit seiner ursprünglichen Weisse oder Färbung unverändert durch, im lezteren Fall hingegen ändern sie das Licht des durch sie zu sehenden Körpers mehr oder weniger ab. Hieher gehören die gefärbten Gläser (Cap. VII.) und die gefärbten Flüssigkeiten (z. B. Farbeflotten, verschiedene Metallauflösungen etc.). Weisse Gegenstände durch dergleichen Medien gesehen, erscheinen mehr oder weniger mit der Farbe des Mediums; farbigte Gegenstände, wenn ihre Farbe mit derjenigen des Mediums übereinstimmt, erscheinen mit einer satteren übrigens unveränderten Farbe, wenn hingegen beide Farben, die des Gegenstandes und die des Mediums verschieden sind, mit einer veränderten (gewöhnlich gemischten) Farbe. Das Sonnenlicht ist in der finsteren Kammer aufgefangen gelblichweiſs; Einfluſs der Farbe der Planetenatmosphären auf die Weisse der von den Planeten aus zu schauenden Sonnenscheibe. Ueber das Farbenclavier

15) Ist das Lichtbrechungsvermögen der Theile eines zusammengesetzten Prisma's verschieden, so kann dadurch die Farbenzerstreuung total aufgehoben werden; hieher gehören die achromatischen Prismen aus Flintglas und Crownglas, vergl. 816. Dasselbe erfolgt wenn zwei Prismen, das eine aus Crown- das andere aus Flintglas so gegen das einfallende Licht gestellt werden, daſs die Zerstreuungsgrösse des zweiten Prisma dem Zerstreuungswinkel des ersten Prisma gleich ist; oder auch, wenn zwei ganz gleiche Prismen von demselben Glase nahe an einander, aber in entgegengesetzter Stellung gehalten werden; das zweite Prisma sammelt dann die durch das erste zerstreuten Stralen wieder, so daſs sie hinter dem zwei-

ten Prism mehz oder weniger parallel (der ursprünglichen Richtung) und farbenlos fortgehen.

16) Kruines und Lançon haben ein Krystallglas verfertigt, welches das Flintglas an Reinheit und Schwere übertreffen soll. Seine Durchsichtigkeit verhält sich zu der des Flintglases wie 37 zu 33, und seine Zerstreuungskraft zu der des gemeinen Glases wie 5 zu 2. — Ueber die in Paris verfertigten mehrfach zusammengesetzten Prismen, und über die Benutzung des Kruines'schen Glases zu achromatischen Linsen mündlich. — Verschiedene Erscheinungen derselben Farbe, je nachdem sie in verschiedenen gefärbten Umgebungen betrachtet wird. Prieur a. a. O. Gilberts Ann. XXI. 315. Merkwürdige Unvollkommenheit der Augen eines Menschen, der nie Farben sondern nur Mischungen von Weisse und Schwärze sah, und dem daher jede verschiedene Farbe als ein verschiedenes Grau erschien. Philos. Transact. Vol. LII.

F) *Von dem Schatten und von den Photometeoren.*

§. 155.

Wird die Verbreitung des Lichtes durch einen undurchsichtigen Körper gehemmt, so entsteht hinter demselben der Schatten (Umbra) d. h. ein Raum der im Gegensatz einer durch direct einfallendes Licht erleuchteten Fläche, durch reflectirtes Licht erleuchtet wird, und dessen Lage und Gestalt durch die ihn begrenzenden hellen Räume bestimmt wird. Er erstreckt sich entwe-

der in gleichem Umfange ins Unendliche fort, oder er nimmt ab oder zu, je nachdem entweder der undurchsichtige Körper eben so groſs, oder grösser oder kleiner als der leuchtende ist, und beide Körper weit oder nahe von einander entfernt sind, und je nachdem die Stralen des leuchtenden Körpers parallel, convergirend oder divergirend die auffangende Fläche erreichen.

1) Ist die Licht entwickelnde Stelle des leuchtenden Körpers kein blosser Punct, so erzeugt sich neben dem eigentlichen Kernschatten (Umb. perfecta) noch der Halbschatten (Penumbra). Beschattete Flächen; Schattenrisse; Ombres chinoises; Schatten welche die Erde und die übrigen Haupt- und Nebenplaneten rücksichtlich der Sonne werfen, vergl. 225. ff. Gerader Schatten (Umb. recta), Messung der Sonnenhöhe und Einrichtung der Sonnenuhren); verkehrter Schatten (Umb. versa); und gefärbter Schatten (vergl. 827).

2) Ein von mehreren Richtungen her zugleich beleuchteter Körper, wirft jedem leuchtenden Körper gegenüber einen besonderen Schatten; und derjenige von diesen Schatten ist der stärkste (dunkelste, am meisten mit der begrenzenden Helle contrastirende), der durch Hemmung des stärksten Lichtes entstand. Rumfords Photometer, vergl. Vereinigung zweier oder mehrerer Schatten. Gefärbt erscheinen nicht zu starker Schatten, welche mit heftig gereiztem Auge gesehen werden.

3) Lufterscheinungen bei welchen das Licht eine Hauptrolle spielt, nennt man Photometore; ausser

den bereits früher gelegentlich erwähnten gehören hieher: der Regenbogen, die Höfe um Sonne und Mond, gefärbte Wolken, Morgen- und Abendröthe, Dämmerung (226) und Gegendämmerung, Nebensonnen und Nebenmonde, das Wasserziehen der Sonne, das Zodiakallicht u. m. a. Versuch einer Erklärung dieser Phänomene mündlich.

G) Von den Veränderungen welche durch den Einfluss des Lichtes in den Körpern hervorgebracht werden.

§. 156.

Der Wechsel der Jahreszeiten und das Leben der Organismen zeugt von den allgemeinen Einflusse des Lichtes auf unseren Planeten, und nicht minder deutlich wird dieser in einzelnen Phänomenen wahrgenommen. Bisherigen Beobachtungen und Vers. zufolge erregt das Licht in den Körpern (nach Maasgabe ihrer Dunkelheit) Wärme, electrischen und chemischen Gegensatz, krystallinische und röhrenartige anorganische Gestaltung, vegetabilische und animalische Bildung.

1) Nach Herschel ist in den grünen und gelben Farbenstralen des Spectrums die stärkste Erleuchtung, im rothen Stral und vorzüglich zur Seite $\frac{1}{2}$ Zoll über das Rothe hinaus die stärkste Erwärmung, im und neben dem Violett die schwächste Erwärmung oder relative Wärmevermin-

derung gegeben. Mehr hierüber im nächsten Cap. Vergl. Kastners Chem. I 279—283.

2) Eine ähnliche Verschiedenheit wie die der Erleuchtung und Erwärmung in den einzelnen Theilen des Farbenbildes, haben Scheele, Vasalli, Wolloston, Ritter und Böckmann rücksichtlich der electrisch-chemischen Wirkung der farbigen Lichtstralen nachgewiesen. Setzt man nach Bucholz eine Quantität frisch gefälltes weisses feuchtes Hornsilber (salzsaures Silber) dem weissen Lichte aus, so wird die oberste Schicht in dem Verhältniſs hydrogenisirt (reducirt und dadurch geschwärzt) als die unmittelbar unterliegende Schicht oxydirt (und dadurch weisser) wird. Wahrscheinlich wird hier electrischer Gegensatz erregt, der (wie in der galv. Kette) das Wasser in Hydrogene und Oxygene auseinander treten läſst. Bestreicht man ein weisses Blatt Papier gleichförmig mit frisch gefälltem weissen Hornsilber, und setzt dieses Präparat in einem inwendig vollkommen geschwärzten Kasten oder Zimmer der alleinigen Beleuchtung der farbigen Stralen eines Prisma aus, so bemerkt man im und neben dem Roth die stärkste Oxydation und die geringste Reduction, im und neben dem Violet die stärkste Reduction und schwächste Oxydation. Vergl. Kastner a. a. O. 283. 234—288. Seebeck in Runge's Farbenkugel. S. 82. — Entfärbung der Eisen haltigen Schwefelnaphtha, Bleichung der von den Pflanzen gesonderten Pigmente im Sonnenlicht; Farbenerhöhung der lebenden Vegetabilien im Sonnenlichte, Bleichung derselben im Schatten, Bewegung der Vegetabilien nach der Lichtseite, der Pflanzenschlaf etc. Vergl. Steffens bei Runge a. a. O. J. Sene-

BIERS Memoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire etc. Genev. 1783. 8. Uebers. Leipz. 1785. 8. Dessen Experiences sur l'action de la lumière solaire pour la negation. T. III. Genev. 1788. 8. A. v. HUMBOLDT Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen. Leipz. 1794. 8. Gr. RUMFORD über die dem Lichte zugeeigneten chem. Eigenschaften; in SCHERERS allgem. Journ. d. Chem. II. 7. SAUSSURE's Beob. üb. die chem. Wirk. d. Lichtes auf einem hohen Berge, in Vergleichung gebracht mit denen, welche es in einer Ebene hat; v. CRELLS Ann. 1796. I. 356—366. RITTERS u. BÖCKMANNS Vers. üb. den dem farbigen und weissem Lichte ausgesetzten, verschiedentlich leuchtenden und efflorescirenden Phosphor; GILBERTS Ann. X. XII. XIX. RITTERS Bildung der Alkalimetalloide im farbigen Lichte, vergl. 576 ff.; Zersetzung der Salpetersäure, der oxyd. Salzsäure und der hyperoxydirt salzsauren Alkalien durch Sonnenlicht, KASTNERS Chemie a. a. O. 292—295. Entwickelung des Sauerstoffgases aus wässerigen grünnen Pflanzentheilen (RUMFORDS Vers. mit Baumwolle, Glasfäden etc. welche unter Wasser dem Lichte ausgesetzt wurden); WEDGWOODS Methode mittelst salpetersaurem Silber Gemälde auf Glas, zu copiren; Reductionen verschiedener aufgelöster Metalie (Versuch der Mad. FULHAM u. a. KASTNERS Beiträge II. 79—90. ff.); DORTHE's Bemerk. üb. die Krystallisation des Kamphers am Lichte; die Efflorescens verschiedener Salze; die Erzeugung der PRIESTLEY'schen grünen Materie und die der Infusorien (S. 667).

§. 157.

Die Gegner des Emanations- oder Emissionssystems (750—751) haben mehrere theils gegründete, theils unhaltbare Zweifel, gegen die jenem Systeme zum Grunde liegende Ansicht aufgeworfen; von denen wir theils im Vorhergehenden schon mehrere berührt haben, theils hier die noch übrigen von eigenen Bemerkungen begleitet nachtragen. A) Die Materialität des Lichtes betreffend; a) Erfahrung lehrt uns das auch die durchsichtigsten Körper Continua sind, leere Räume kann Niemand nachweisen, mithin kann die mechanische Fortpflanzung des Lichts durch durchsichtige Flüssigkeiten, Glas etc. nicht geschehen, ohne die Masse dieser Körper nach den Seiten zu verdrängen. b) nimmt man die Masse der Lichtstralen auch noch so fein an, so gesteht man doch ein, daſs sie selbst ein Continuum bildet; es bewegt sich daher gegen jede Luftschicht, oder sonstige durchsichtige Masse eine zusammenhängende Lichtmasse, deren Fortpflanzung in dem durchsichtigen Medium überall Poren voraussetzt, oder vielmehr nur dadurch möglich wird, daſs das ganze Medium weiter nichts als ein Porenaggregat ist, und da man von allen Seiten ein Medium der Art zu durchleuchten vermag, mithin eine Leere seyn muſs, um die Möglichkeit der Lichtfort-

pflanzung zu erklären. c) Betrachtet man dagegen das Licht als eine in gesonderten Stralen sich fortbewegende Masse, so wird Jedermann eingestehen, daſs diese Stralen höchst dicht neben einander laufen müssen, da noch Niemand einen einzelnen Stral zu beobachten im Stande war; dicht neben einander laufende Stralen setzten aber dieselbe Art von Porosität der Medien voraus, als die continuirliche Masse. d) Leugnet man die leeren Räume, so sieht man sich genöthigt einzugestehen, daſs jede eine Zeit hindurch dauernde Durchstralung Bewegung der Luft etc. hervorbringen müſste, die aber nie erfolgt. e) Wollte man behaupten, daſs die Fortpflanzung des Lichtes in einer chemischen Durchdringung bestehe, so bitten wir zu bedenken, α) daſs jede Durchdringung Mischung, und diese Veränderung der Mischungstheile voraussetzt, β) daſs noch kein Fall bekannt und denkbar ist, daſs eine chemische Mischung A + B durch Zutritt von B oder Vermehrung des einen Bestandtheiles zersetzt werde, was denn doch bei jeder Lichtfortpflanzung besonders in festen Medien geschehen müſste, wenn diese möglich werden sollte; denn fortschreitende Vermischung läſst sich nur bei mehr oder weniger gleichartigen Flüssigkeiten denken, bei festen Continuem wird sie nur durch höchst weitgetriebene Zer-

theilung möglich. f) Minder treffend scheinen die Einwürfe zu seyn, daſs die Sonne durch Ausströmung an Masse verlieren, daſs die Nachweisung der auf den Planeten angelangten Lichttheilchen so wie die Geschwindigkeit des Lichtes unbegreiflich sey, daſs die Planeten in ihrer Bewegung durch das Licht gestört werden und daſs sich die in unzähligen Richtungen durchkreuzenden Stralen in ihrer Bewegung stören müſsten. g) Treffender scheint hingegen die Bemerkung zu seyn, daſs man im Wiederspruche stehe, wenn man behaupte die gegen Planeten etc. gravitirende Sonne stosse ihre Lichttheilchen ab, und dagegen annehme, die gravitirende Planetenmasse ziehe die Lichttheilchen an (sauge als dunkele Masse dieselben ein, oder binde sie chemisch), und daſs man für die Gravition eine schwer machende Materie anzunehmen genöthigt sey, wenn man dem Lichte Materialität zugestehe. h) Der Hauptcharakter der Materie ist ihre Raumerfüllung (70), daſs Licht bewegt sich aber im Raume ohne ihn zu erfüllen. i) Soll das Licht materiell seyn, so kann es nicht aus einer Flüssigkeit, sondern muſs aus festen elastischen Kügelchen bestehen, wenn die Reflexion desselben einigermaasen begreiflich werden soll. B) Die Farben betreffend. a) Die farbigen Stralen sollen nach Neuton u. a. durch

eine Art chemische Zerlegung des weissen Lichtes entstehen; noch haben wir kein Beispiel, und der Fall ist unseren jetzigen chemischen Kenntnissen gemäſs undenkbar, daſs α) eine und dieselbe Mischung (das weisse Licht) von einem und demselben Stoffe (dem brechenden Medium) in mehrere verschiedene Bestandtheile zerlegt werde, während der Stoff selbst mit der Mischung (das brechende Medium mit dem Lichte) in einer Verbindung bleibt, die denen gewöhnlichen erleuchteten, kein farbiges Licht gebenden Medien gleich ist (das Glas des Prisma verhält sich während der Lichtfortpflanzung wie jedes andere bloſs weisses Licht durchlassende Medium). β) Wird eine Mischung von verschieden gearteten Stoffen zerlegt, so fallen auch die ausgeschiedenen Mischungstheile verschieden aus; das weisse Licht giebt durch Glas (von verschiedener Qualität), Wasser etc. unter den gehörigen Bedingungen geleitet, dieselbe Farbenzerstreuung. b) Eine chemische Mischung kann nicht durch sich selbst zersetzt werden; das im Vereinigungspuncte der convexen Linse zu weissen Stralen verbundene farbige Licht, erscheint hinter demselben wieder farbigt. Um dieses einigermaasen zu deuten bliebe nur übrig anzunehmen: die in jenem Puncte sich mischenden Lichttheilchen geriehten

unmittelbar nach der Mischung in eine schwingende Bewegung, welche die Zerlegung der Mischung auf ähnliche Weise bewirkte, wie sie (in den Phänomenen klingender Scheiben etc., vergl. 732) das o E in + E und — E, und wahrscheinlich auch selbst chemische Gemische in ihre Bestanetheile zersetzt (701. 712.) etc., eine sehr erzwungene hypothetische Erklärung: Ueber andere hieher gehörende Einwürfe so wie über Eulers Theorie vergl. man die vorhergehenden §§. Den Versuch einer Kritik der Lichttheorien eines Kant, Schelling, Oken, Scherer, v. Göthe, Ritter, Voigt (Versuch einer neuen Theorie des Feuers etc. Jena 1795. 8.) Wagner, Weisse, Weinbrenner u. m. a., so wie auch meiner eigenen Hypothese mündlich. Vergl. S. 597. ff. Reuss Repertorium etc. III. 6—7. ff. Ritters Beitr. leztes St. 280 etc. Placid. Heinrichs angef. Preisschrift. Weisse's Anhang zu der Uebers. von Hauy's Physik. II. Bd.

XI. CAPITEL.

VON DER WÆÄRME.

A) Von der sinnlichen Wahrnehmung und von der Erregung der Wärme und der Kälte.

§. 158.

Mittelst der Gemeingefühlsnerven empfinden wir die umgebende Körperwelt auf gedoppelte Weise: einmal als etwas (bloſs Gegenwärtiges) in keiner Veränderung Begriffenes, durch Tastung die Verschiedenheit des Widerstandes und der gegebenen Begrenzung erkennend; und zweitens als etwas in Ausdehnungsänderung Begriffenes, durch Fühlung die Verschiedenheit der sich vermindernden oder vermehrenden Ausdehnung (die sich über die Grenze des Berührenden hinaus in unsere Haut- und Nervenmasse erstreckt), der Kälte (Frigus) oder Wärme (Calor) beurtheilend.

1) Vergl. S. 16. 598 u. Cap. VII. Jede denen Ner-

ven von aussen mitgetheilte Bewegung ist für die Nervenmasse entweder ausdehnend oder comprimirend (erwärmend oder erkältend), oder beides in unmittelbarer Folge (Schallschwingung). So wie sich das Auge ursprünglich in einem dem Lichte analogen Zustande befindet, und für äusseres Licht ein gewisses Maas hat, unter und über welches hinaus die Empfindung desselben aufhört, so befinden sich auch die lebenden Gefühlsnerven in einem stets beweglichen Zustande, der rücksichtlich der Bewegungsart oscillirend zu seyn scheint, und durch übermässige fortschreitende Ausdehnung die Empfindung schmerzhafter Hitze, durch übermässig wachsende Zusammenziehung die Empfindung schmerzhafter Kälte giebt. Ob überhaupt nicht jedes Schmerzgefühl sich auf Empfindung eines ungewohnten Temperaturwechsels reducirt?

2) Ueber die Annahme eines Wärmestoffes (Caloricum) vergl. a. a. O. u. Cap. X. 749—753. Diejenigen welche den Wärmestoff als Grund der Wärme annehmen, schreiben ihm allgemeine Verbreitung, elastische höchst bewegliche Flüssigkeit, chem. Anziehung zu den übrigen Stoffen, und die damit zusammenhängende Fähigkeit alle Körper zu durchdringen zu. Sie leiten von dem Wärmestoffe die Flüssigkeit, das Schmelzen, die Flüchtigkeit und einige auch die permanente Expansibilität der Gase ab, und betrachten ihn überhaupt als das Hauptagens der von Bewegung und Leben zeugenden Natur. Alle dem Wärmestoff (Feuermaterie, Hitzstoff etc.) zugeschriebene Eigenschaften, sind aus den Beobachtungen über die Wärme und Kälte abstrahirt, durch deren Untersuchung wir demnach zur genaueren Kenntniſs

derselben gelangen werden. Was §. 157 über die Materialität des Lichtes gesagt wurde, läſst sich mit gewissen Modificationen auch auf die Annahme einer Wärmematerie anwenden. Auch vergl. man noch Scherers Nachträge zu den Grundzügen der neueren chemischen Theorie. S. 18—156, 157—165 u. Lavoisiers System d. antiphlog. Chemie; übers. von Hermbstädt I. 24.

3) Fordyce und de Lucs Vers. über die durch den Wärmestoff veranlaſsten Gewichtsveränderungen der Körper, widerlegt durch Lavosier und Rumford (dessen kl. chem. Schriften. III. IV.) Ueber die angebl. Schwere d. Wärmestoffs (Winterls Meinung vergl. S. 638 u. ff.) Barhuel im neuen polytechn. Magaz. I. 100 u. Rumford in s. a. Schrft. S. 41. — Bacon, Descartes, Neuton (wie aus einigen der Optik beigefügten Fragen zu erhellen scheint) Marivez und Gouthier (Verf. d. Physique du Monde). Scherer und Rumford, hielten die Wärme für das Phänomen einer vibrirenden Bewegung; Wagner, Hildebrandt u. m. a. (vergl. Cap. X.) für die Wirkung der Expansivkraft; Epikur, Aristoteles und unter den Neueren: Cassacus (Diss. phys. de igne. Francf. et Lips. 1688.), Nollet (Lecon. XIII. Sect. I.), Boerhave, Crawford, Black, Scheele, Pictet, Lavoisier (jedoch vergl. oben), und die meisten Physiker neuerer Zeit, nehmen eine Wärmematerie an. Links, Voigts, Hermbstädts und Trommsdorffs Meinungen über die Natur dieser Materie, vergl. 752. ff. — Schellings u. a. (ähnliche) Ansichten; ebend. Bartels (in seinen Grundlinien einer neuen Theorie d. Chem. u. Phys.) hält die Wärme für freien Sauerstoff, und Sauerstoff für ge-

bundene Wärme. Winterl ist Wärmestoff die Einung von + E und — E, vergl. 638—640.

4) Gassendi, Mayow, Muschenbroek u. m. a. nahmen eine kaltmachende Materie an; den neueren Physikern ist gröſstentheils Kälte nur relativer Mangel der Wärme; wogegen sich auch umgekehrt sagen läſst: Wärme sey relativer Mangel der Kälte. Das auch bei den tiefsten Kältegraden noch Ausdehnungsverhältnisse gegeben sind, kann hier nicht zum Einwurfe dienen, da umgekehrt auch bei den höchsten Graden der Wärme noch Begrenzungs- und Zusammenziehungsmomente statt finden etc. Ueber die Nothwendigkeit der Annahme eines Kälteprincipis, im Gegensatz des Wärmestoffes, vergl. F. Baader in dessen Beitr. zur Elementarphysiologie. Kälte zeigt sich als das Gestaltende (positive) Princip; Wärme als das Fluidisirende (positive) Princip. Gefriern (Comgelatio) und Schmelzen (Fusio).

5) Wir nennen einen Körper kalt, wenn er kälter, und warm wenn er wärmer als unser eigener Körper ist. Geringe Kälte bezeichnen wir durch kühl, geringe Wärme durch lau. Abkühlung und Erkältung, Erwärmung und Erhitzung. Den Zustand eines Körpers in welchem er zugleich heiſs und leuchtend ist, nennen wir die Gluth (756); und die Vereinigung von Hitze und Licht im Allg. Feuer (Ignis), womit jedoch ältere Physiker häufig nur die Wärme allein bezeichnen. Dunkele und leuchtende Wärme. H. A. Lorenz. chem. phys. Untersuchung des Feuers. Copenhag. u. Leipz. 1789. 8. — Ueber das brennbare Wesen ält. Phys. vergl. S. 638; Monnets mit Winterl übereinstimmende Meinung, daſs Wärme = oE sey.

§. 159.

Die Umstände unter denen in den Körpern Wärme bemerkbar entwickelt wird, sind sehr zahlreich und mannichfaltig, und lassen sich ohngefähr auf folgende Hauptbedingungen von denen wenigstens eine gegeben seyn muſs, zurückführen. 1) Erleuchtung (837. ff.) 2) Reibung, Stoſs, Druck und Verdichtung (93—94, 338—340. ff.) 3) Zustandsänderung elastisch-flüssiger Körper in tropfbarflüssige oder feste, Tropfbarflüssiger in feste Körper (Cap. II. u. VII.) 4) Electrische Ausgleichung (Cap. V. u. VI.). 5) Chemische Verbindung (Cap. VII. vorzügl. 597. 607. 614. 617—618. 634. ff.) 6) Organische Thätigkeit (Cap. VIII.). Wahrscheinlich auch 7) Schallschwingung (701. 712. 732.), magnetische Anziehung und Adhäsion (Cap. III. u. IV.), und 8) Behauptung jedes individuellen Körperbestandes, in sofern dieser die Fortdauer derjenigen Thätigkeiten voraussetzt, die zum Entstehen des Körpers erforderlich waren. 9) Berührung wärmerer Körper. Die Bedingungen unter denen Kälte bemerkbar hervorgebracht wird, sind ausser der Vermeidung und Aufhebung der zur Wärme nöthigen Verhältnisse, vorzüglich gegeben in der 1) Zustandsänderung fester Körper in

liquide, Tropfbarer oder Fester in expansibel flüssige. 2) Ausdehnung und Verdünnung durch Verminderung äusseren Druckes (338—340.). 3) Einwirkung des — E auf die Gefühlsnerven (549) und Fortleitung desselben, besonders in der galvan. Säule. 4) Berührung kälterer Körper.

1) Zur allgemeinen Bezeichnung des Grades der Wärme- oder Kälteäusserung einer Materie, hat man den Ausdruck Temperatur gewählt. Da aber Materien, die in uns bei der Berührung die Empfindung von Wärme oder Kälte erzeugen, in andern Materien unter gleichen Umständen (wie in der Folge weiter erläutert wird) Raumserweiterung oder Raumesbeengung hervorbringen, und die Grösse dieser Veränderungen mit der Wirkungsstärke der heissen oder kalten Materien auf unser Gemeingefühl im Verhältnisse steht, so lassen sich mittelst Thermometern, (das sind Vorrichtungen, welche die Ausdehnungs- oder Zusammenziehungsgrössen messen) die Temperaturen verschiedener Materien vergleichen und schärfer bestimmen, als dieses dem nach Maasgabe der Uebung sehr verschiedenen Gefühle möglich ist. Daher wird unter Temperatur eines Stoffes oder Körpers in der Regel der Grad seiner Wirkungsstärke auf die Thermometer verstanden.

2) Da die Thermometer oder Wärmemesser nur anzeigen, ob die Wärmegrade zweier Körper zu gleichen oder ungleichen Zeiten gleich oder ungleich sind, so nennt man sie richtiger Wärmezeiger oder Thermoskope. Das erste von Cornelius Drebbel 1630 erfundene, war ein Luftthermome-

ter, hatte aber den Nachtheil, zugleich als Barometer zu wirken, welchen Bernouilli durch eine verbesserte Einrichtung abhalf. Dan. Bernouilli hydrodynamica. Argent. 1738. 4. p. 204. Da die specifische Elasticität (284) eines Gases ausser der chemischen Qualität vorzüglich noch von seiner Feuchtigkeit und Temperatur abhängt, und da die Höhe der in B's. Luftthermometer von der eingesperrten Luft getragenen Quecksilbersäule mit der specifischen Elasticität dieser stets gesperrten Luft ab und zunimmt, so entspricht B's. Thermometer (welches aus jedem guten Thermometer durch Zuschmelzung des Gefässes am kürzeren Schenkel verfertigt werden kann) den Forderungen, welche man an ein Instrument der Art zu machen berechtigt ist, vielleicht am vorzüglichsten. Zur Beobachtung sehr geringer Temperaturveränderungen sind die Luftthermometer unentbehrlich; hingegen zum Gebrauche unbequem, und daher durch die mit tropfbaren Flüssigkeiten gefüllten Quecksilber oder gefärbten Weingeist (oder Aether) enthaltenden Thermometer, fast ganz verdrängt. Das (älteste) Weingeistthermometer der Florentiner Akademie, dasjenige des Reaumur; (Mém. de l'ac. roy. des sc. 1730. 452. 1731. 350. G. G. Haubold resp. Gehler diss. de thermometro Reaumuriano. Lips. 1771. 4.). Neutons Leinölthermometer (Philos. transact. 1701. Nr. 270.). Halley's Vorschlag zum Quecksilberthermometer a. a. O. Nr. 197. p. 650; D. G. Fahrenheits Quecksilberthermometer und das gewöhnliche Quecksilberthermometer mit Reaumurscher Skale, oder das sogen. de Lucsche Thermometer, die (neueren) Metallthermometer. Anleitung

und Regeln zur Verfertigung guter Thermometer. J. Fr. Luz: Anweis. Thermometer zu verfertigen. Nürnb. 1781. u. in C. Fr Hindenburgs: formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lips. 1790.

3) Zu Thermometern welche dazu dienen sollen sehr niedere Temperaturunterschiede zu bestimmen, eignet sich vorzüglich der (nicht gefrierende) gefärbte Weingeist; zur Beob. höherer Hitzgrade hingegen das reine Quecksilber. Der erstere zieht sich in niederen Temperaturen sehr gleichmässig zusammen, während er in höheren, bei gleicher Temperaturzunahme verhältnifsmässig weit mehr ausgedehnt wird; das leztere dehnt sich noch weit über die Siedhitze des Wassers hinaus sehr gleichmässig aus, ist empfindlicher für den Temperaturwechsel, als jede nicht metallische Flüssigkeit, läfst sich leicht rein und luftfrei darstellen, und adhärirt dem Glase der (wohl calibrirten, nicht über eine Viertelslinie weiten) Thermometerröhre weniger, als jede nicht metallische Flüssigkeit (369). — Reaumur bezeichnete an seiner Thermometerscale als feste Puncte den Eispunct (des gefrierenden Wassers oder des flüssigwerdenden Eises) mit 0, und zählte von diesem 80 Grade hinauf (+ 0) bis zum Siedepuncte des Wassers (bei gewöhnlichem Luftdrucke); er theilte also den Fundamentalabstand zwischen beiden Puncten in 80 gleiche Theile, indem er fand, dafs der Weingeist von dem einem Puncte bis zum anderen hinauf um 0,080 seines Volums ausgedehnt werde. Der Theil der Scale unter 0 (— 0) wurde ebenfalls in Grade abgetheilt, um so niedere Temperaturen als die des gefrierenden Wassers messen zu können. Fahrenheit beobachtete die Ausdehnung des Queck-

silbers von dem (durch Mischung von Schnee und Salmiak entstehendem) künstlichen tiefen Kältegrade an, bis zu seinem Siedepuncte, und da er das Volum des Quecksilbers im ersteren Falle als aus 11124 gleichen Theilen bestehend angenommen hatte, und das Quecksilber bis zu seinem Sieden (bei gewöhnlichem Luftdrucke) um 600 solcher Theile ausgedehnt wird, so theilte er den Fundamentalabstand in 60° Grade; wo bei 32 + 0 das Wasser gefriert und bei 212° siedet; die Zahlen der Grade der F.schen und R.schen Skale verhalten sich mithin wie 9 : 4. Auf der schwedischen (von Celsius in den Schwedischen Abhandl. 1742. 197.) angegebenen und der neuen 100theiligen französischen Skale, ist der Fundamentalabstand vom Eispuncte bis zum Siedepuncte des Wassers in 100 Grade abgetheilt; auf der von de l'Isle (Mém. pour servir à l'hist. et aux progrès de l'astron. et de la geogr. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267) entworfenen Skale in 150 Grade, weil de l'Isle fand, daſs das Quecksilbervolum beim Siedpuncte des Wassers um 0,0150 (oder vielmehr um 0.0153) grösser ist, als beim Eispuncte. Der Siedepunct dieser Skale ist durch 0 bezeichnet, und der Gefrierpunct durch 150°. — Eine Vergleichung dieser sämmtlichen Skalen findet man bei Hindenburg oben in Nr. 3. angef. Progr. Naptha- oder Aetherdampfthermeter (vergl. Juch in Trommsdorffs Journ. VI. 343.) gestatten keine genau zu vergleichende Beob. und somit auch keine übereinstimmenden Skalen. Nach J. T. Mayer (dessen Naturl. §. 342.) bringt jede Aendeirung des Barometerstandes von einer Linie, bei einem bei 28 Paris. Barometerhöhe rücksichtlich des Siedepunctes bestimmten Thermometer, eine Aende-

rung von 0,000779 des Fundamentalabstandes hervor. Auch vergl. man: Bericht einer von der königl. Soc. d. Wiss. zu London niedergesetzten Commission, bestehend aus den Hrn. Cavendish, de Luc, Maskelyne etc., über die beste Methode die festen Puncte des Thermometers zu bestimmen; aus den Philos. Transactions LXVII. P. II. N. 37. übers. in d. Leipz. Samml. z. Phys. u. Naturgesch. I. Bd. 6 643. — Ueber die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme, vergl. I. Bd. dies. Grundr. S. 321—322 u. la Place in Gilberts Ann. XXVI. 152. 194. — Lavoisiers u. la Places Calorimeter in den Mém. de l'Acad. roy. des sc. à Paris. An. 1780. 355. u. Lavoisiers Schriften Bd. III. 292. d. deutschen Uebersetz. Wegdwoods Einwürfe in den Phil. Transact. 1783. V. 74. p. 371 u. Berthollets Gegenbemerk. in dessen Statique chimique. Tom. I. p. 240.

4) Die bisher angeführten Thermometer, lassen sich begreiflicherweise nur zu solchen Temperaturmessungen gebrauchen, bei denen die in der Thermometerröhre enthaltenen Flüssigkeiten noch keiner merklichen Veränderung ihrer Tropfbarkeit unterliegen; zu Messungen höherer Temperaturgrade, bei denen jene Flüssigkeiten dampfförmig werden, werden daher feste, auch bei grösserer Hitze starr bleibende Körper angewendet, und Vorrichtungen der Art nennt man Pyrometer. Muschenbröks Pyrometer (Tent. experimentatorum acad. de Cimento. L. B. 1791. II. 12.); Mortimetts, G. v. Loesers, Zeihers u. Felters Metallthermometer (phil. transact. XLIV. 1735. Nr. 484. Append. p. 672. Crells N. Chem. Arch. V. 19. Gehler a. a. O. IV. 359—362.); Wedgwoods Pyrometer (sich gründend auf die Eigenschaft des

Thons, in der Hitze sich nach Maasgabe der Temperatur zusammen zuziehen, und nach plötzlicher Erkältung nicht wieder auszudehnen; Philos. Transact LXXII. u. SCHERERS Journ. d. Chem. II. 7. S. 50) CAVALLO's Vorschlag, statt des etrurischen von WEDGWOOD angewendeten Thons, Behufs s. gedacht. Pyrometers, ein künstliches Gemisch aus Thon- und Kieselerde zu benutzen; VOIGTS Mag. V. 2. 129. Nach GAZERANS analyt. und synthetischen Versuchen, werden die genauesten Thonpyrometer erhalten, wenn den mindestens 34 proc Thonerde enthaltenden Thonarten, so viel gepulverter Bergkristall oder weisser Sand beigemischt wird, als ihnen abgeht, um sie feuerbeständig zu machen. Der Nullgrad der Pyrometerskale des W. ist der Temperatur von 1000° Fahrenh. gleich, und W's Skale fängt gewöhnlich dabei (oder bei 947° F.) an. Vom Nullgrad theilt W. die Skale so weit in gleiche Theile ab, dafs 240° W. = 32277° Fahrenh. sind; mithin ist jeder Grad der W'schen Skale gleich $\frac{32277 - 1000}{240} = 130,32$ Graden Fahrenh. 130 Grade W'scher Skale (d. i. die Hitze bei der Eisen schmilzt) sind also = 17,941 Graden F'scher Skale; denn $1000 + (130 . 130,32) = 17941$.

5) Zur Vergleichung W'scher Pyrometergrade, mit Thermometergraden nach FAHRENHEITS, REAUMURS und der Centesimalskale, dienet folgende Uebersicht.

W.	Fahrenh.	Reaum.	Centesimal.
0°	1000°	430°	538°
1	1130,32	488,	610,
5	1651,60	720,	900,
10	2303,2	1009,	1262,
20	3606,4	1589,	1986,

30	4909,6	2168,	2710,
50	7516,	3326,	4158,
80	11425,6	5064,	6330,
100	14032,	6222,	7778,
130	17941,6	7960,	9950,
170	23254,4	10276,	12846,
200	27064,	12014,	15018,
240	32276,8	14331,	17914,

240° W. ist die höchste von W. beobachtete Temperatur, bei der ächtes chinesisches Porzellän weich wurde und zusammen sinterte. GUYTONS Platinapyrometer.

§. 160.

Allen bisherigen Beobachtungen gemäſs, werden die Körper (bei übrigens gleichen Umständen) durch einwirkendes Licht um so wärmer, je dunkeler sie sind, oder je mehr sie das Licht in seinen freien Wirkungen aufzuhalten vermögen; vergl. §. 156. Hieher gehören theils mehrere Erscheinungen im gemeinem Leben, theils mehrere Beobachtungen und Versuche eines FRANKLIN, BÖCKMANN, LESLIE u. a.

1) Schwarze oder dunkelfarbige Kleider im Sonnenscheine getragen, wärmen mehr als hellfarbige. — Ausserhalb (über das Dach des Hauses hinausgehende) geschwärzte Kaminröhren, zur Beförderung des Luftzuges; vergl. FRANKLINS sämtl. Werke, in d deutsch. Uebers., II. Thl. 227. Dresden 1780. 8. Warum Neger in warmeu Himmelsgegenden nicht mehr durch die Brennhitze leiden als Weisse; FRANKLIN a. a. O. I. 214. u. Gr. v. RUMFORDS Abhandl. über

d. Wärme, aus d. Französ. übers. von Dr. C. A. Gerhard. Berlin 1805. 8. 209—211. Flüssigkeiten werden über dem Feuer in geschwärzten Gefässen eher warm, als in farbenlosen. Genäſste schwarze Tücher trocknen im Freien eher als genäſste weisse, bei übrigens gleichen Umständen. — Weisses Papier wird durch ein Brennglas später entzündet, als schwarzes etc.

2) Schwarze oder farbige Tücher im Sonnenscheine über Schnee ausgebreitet, bewirken ein früheres Schmelzen des Schnees, als weisse, die gleichen Lagen unterworfen wurden; Franklins hieher gehörende Versuche a. a. O. II. 353. u. ff. — Von zwei vollkommen harmonirenden Thermometern, wird das eine im Sonnenscheine weit höher steigen als das andere, wenn es zuvor geschwärzt worden. Böckmanns Vers. über die wärmende Kraft der Sonnenstralen, in Gilberts Ann. X. 359. Davy's Versuch mit gefärbten (auf der einen Seite mit geöltem Wachse überzogenen, auf der andern dem Sonnenlichte ausgesetzten) Kupferplatten; a. a. O. XII. 578. v. Rumfords Vers. in dessen oben angef. Abhdl. — Leslie's Photometer; Gilberts Ann. V. 245.

3) Herschel und Englefield bemerkten ein beträchtliches Steigen des Thermometers im und neben dem rothen Strale des prismatischen Farbenbildes, während es an der Seite des Violett unverändert blieb. Aus diesen und (den S. 838—839 bereits gedachten) ähnlichen Vers. schlieſst H. daſs ausser den farbigen Stralen, dunkele wärmende von der Sonne zu uns gelangen. Vergl. H. in Gilberts Ann. VII. 137. X. 68. XII. 521. Leslies Einwürfe dagegen; ebend. X. 68, und Englefields Vertheidigung XII. 399.

Ritters Bemerk. üb. dies. Gegenst. in Gehlens J. f. Chem. u. Phys. IV.Bd. u. Steffens im Arch. z. Runge's Farbenk. 53. Ueb. Brenngläser, vergl. 808—809.

4) Nur in sofern das Licht in seiner Fortpflanzung von der Erde mehr oder weniger aufgehalten wird, erregt es Wärme; daher die Kälte höherer Regionen der Atmosphäre. Asien und besonders Amerika sind in gleicher nördlicher Breite ungleich kälter als Europa; Afrika ist unter den Wendezirkeln ungleich heisser als Asien und Amerika. Die Extreme der gröfsten Wärme kommen in den Sandwüsten Afrika's zwischen 10 und 20° nördlicher Breite vor, ohngefähr 40° + o im Schatten und 50° + o im Sonnenschein. In Syrien werden Metalle durch das Sonnenlicht zur Sommerzeit so erhitzt, dafs man sie nicht ohne Verletzung berühren kann. Das Maximum der Kälte fällt mitten ins feste Land Sibirens, zwischen 60 und 70° N. B., und ins Kupferland in Nordamerika unter gleicher N. B. Quecksilber, Branntwein etc. sind dort oft Wochenlang gefroren. — Selten übersteigt indefs die durch die Sonne bewirkte Erdwärme 120°. Nach Kirwan fängt der beständige Gefrierpunct (Schneelinie) unter dem Aequator in einer Höhe von 15577 engl. Fufs an; unter 30° N. B. in einer Höhe von 11592 F., unter dem 60° d. N. B. in einer Höhe von 3684 F., und unter den Polen fällt die Schneelinie mit der Erdfläche zusammen; jedoch ist bei diesen Bestimmungen zu bemerken, dafs die angegebenen Höhen, für die mittlere Temperatur jedes Breitengrades gelten, indem die Schneelinie durch die individuelle Lage einzelner Gegenden und Länder mit der Lufttemperatur ohnfern der Erde nothwendig Aenderungen erleiden mufs. Kir-

WANS Angabe der Temperatur in verschiedenen Breiten. Aus d. Engl. von L. v. CRELL. Berlin 1788. 8. BERGMANNS phys. Erdbeschr. KANTS phys. Geographie. FINKENS medic. Geogr. CONDAMINE Journ. du Voyage à l'equateur. Paris 1751. — GRENS Journ. d Phys. II. 231. GILBERTS Annal. XVI. 463. LAMPADIUS Atmosphärologie 217, 223 etc. Den 20. Dec. 1794 stand das Therm. zu Kovina in Sibirien (67° 10′) 43°—o. Den 15. Febr. 1799 zu Upsala (60°) 31°—o. Den 10. Jan. 1799 zu Freiberg in Sachsen (51°) 24°—o. Den 19. Jan. 1740 zu Turin (44°) 4—o. In der Nacht vom 11—12 Jan. 1809 setzte der Dr. KEHRMANN in Moscau Abends 10 Uhr 2 Pfund Quecksilber auf einen Teller der freien Luft aus; um 4½ Uhr Morgens war es zur steifen Masse gefroren, die man schneiden und hämmern konnte. Aehnliche Beobacht. machte Gr. BUTHERLIN den 12. Jan. 1805. — Nach KIRWAN ist in nördlichen Breiten über 48° der Jan. der kälteste und der Jul. der wärmste Monat. Bis auf 20° vom Aequator sind die Wärmeunterschiede geringe, und das Maximum der Sonnenerwärmung scheint in 59 und 60° Breite gegeben zu seyn. — Jede bewohnbare Breite hat wenigstens 2 Monate 12° R. mittlere Wärme, d. i. eine zum Reifen des Getraides hinreichende Temperatur; vergl. oben u. S. 260. KIRWAN u. LAMPADIUS a. a. O. GEHLERS Wörterb. I. 297. II. 78. v. HUMBOLD in GILBERTS Ann. IV. 455. VII. 342. WILLIAMS u. STRICKLAND in den Transact. of the American Society. Vol. III. 32. V. 15.

5) LAZARO MORO wollte aus der Entstehung der Insel Santorin (1707) und aus dem Monte-nuovo (1538) ein Centralfeuer der Erde geltend machen. Auch

Aepinius (cogitationes de distributione caloris per tellurem.), v. Mairan (Nouvelles recherches sur la cause générale du chaud en été, et du froid en hiver etc. Paris 1768.), Buffon (hist. naturelle générale et particulière. Tom. I. Théorie de la terre u. Supplement T. IX et X. Paris 1778. 8.), Prevoust (physisch-mechanische Untersuchungen über d. Wärme, aus d. Franz. v. Bourguet. Halle 1798. 71. ff.) u. Darwin haben jene Meinung einer ursprünglichen Erdwärme (Grundwärme) ebenfalls vertheidigt. Darwin (Ausführliche Darstellung des Darwinschen Systems, von Dr. Chr. Girtanner 46. Cap) betrachtete das synthetisch angenommene Centralfeuer nicht bloſs als Mitquelle der Erd- und Atmosphärenwärme, sondern glaubte auch die Entstehung der Erdbeben, der heissen Quellen, die Wirkung der Vulkane etc. davon ableiten zu können. Neuere Physiker sehen die unterirdische Wärme theils als das Product der Erstarrung ehemaliger Flüssigkeit zur Gebirgsmasse (v. Humbolet), theils als Folge der angeblich noch im Innern der Erde vorhandenen chemischen Processe, theils als Resultat der Sonneneinwirkung an. Vergl. Mayers phys. Astronomie Göttingen 1805. 8. §. 128 etc. de Lucs Briefe über die Geschichte der Erde etc. II. 141 etc. Brief. Gehler a. a. O. I. 404. v. Saussure über die Temperatur der Hölen, in Gilberts Ann. III. 217. Wärme der Brunnen in Jamaika, ebendas. I. 111. Temperat. des Wassers im Genfersee, in v. Saussure's Reisen I. 23. Wärme der Grotte Balme a. a. O. 201. Ursache d. Kälte auf hohen Bergen; ebend. IV. 89. Gr. v. Rumford üb. die Wärme des Seewassers; Gilberts Ann. I. 445. ff. v. Humboldt a. a. O. Ueber die allmälige

Veränderung der Temperatur und des Bodens in verschiedenen Climaten vom Abbé MANN, in den Comm. Ac. Elect. Theodoro-Palatinae. Vol. VI. phys. Manhemii 1790- u. GRENS Journ. d. Phys. II. 231. — In einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche hält die keiner bedeutenden Aenderung unterworfene, Erdtemperatur das Mittel, zwischen 9—10° R. + 0. Zu Bestimmung der mittleren Temperatur der bloſs durch Sonneneinfluſs begründeten Wärme verschiedener Breiten, haben HALLEY, MAIRAN, LULOFF, LAMBERT und TOB. MAYER mathematische Formeln gegeben, und KIRWAN hat M's Vorschlag (für die Berechnung der mittleren Temperaturen der Oerter Tafeln zu entwerfen, und solche nach Art der astronomischen Rechnung durch Gleichungen zu verbessern, nach denen die wahre Temperatur eines Ortes, nach Maasgabe seiner Erhöhung über der Meeresfläche, und nach den jährlichen und täglichen Abwechslungen für jede Zeit gefunden werden könnte) weiter verfolgt und verschiedene von Localumständen abhängige Correctionen hinzugefügt, und so mit wirklich angestellten Thermometerbeobachtungen ziemlich übereinstimmende Temperaturbestimmungen einzelner Länder und Oerter entworfen. Nach K. ist die mittlere Temperatur von Petersburg = 38,8 Fahrenh.; von Stockholm 43,3; Berlin 49; London 51,9; Paris 52; Wien 51,5; Bordeaux 57,6; Marseille 61,8; Algier 72; Manilla 78,4; Pondichery 88; und Quito 62. KIRWAN a. a. O. u. MAYER a. a. O. §. 136. — Darstellung der Carlsruher meteorologischen Beob. vom Jahr 1802, und der daraus gezogenen Resultate; nebst Vergleichungen mit anderen Jahren. Von C. W. BÖCKMANN; in den Denkschrif-

ten der vaterländischen Gesellschaft der Aerzte und Naturforscher Schwabens. Tübingen 1805. 8. I. 140. ff.

6) Der Pater L. Cotte (Philos. Transact. 1788. Art. 5 u. 6. u. Kirwan a. a. O.) hat aus 30 Jahre fortgesetzten meteorolog. Beob., unter andern folgende das Thermometer betreffende allgemeine Sätze abstrahirt: „Das Thermometer steigt bis auf seinen höchsten Punct öfterer in den gemässigsten Zonen, als in den heissen. Es steigt höher in Ebenen als auf Bergen. In der Meeresfläche fält es nicht so tief als im Inneren des festen Landes. Der Wind hat keinen merklichen Einfluſs auf seine Bewegungen; hingegen um so mehr die atmosphär. Feuchtigkeit, besonders wenn Wind darauf folgt. Die gröſste Wärme und die gröſste Kälte tritt ohngefähr 6 Wochen nach der nördl. oder südlichen Sonnenwende ein. Das Thermometer ist veränderlicher im Sommer als im Winter. Die kälteste Tageszeit ist vor Sonnenaufgang. Die gröſste Hitze im Sonnenschein und im Schatten hat selten an einem und demselben Tage statt. Die Hitze nimmt weit schneller vom September und October an ab, als sie vom Juli bis September zunimmt. Ein sehr kalter Winter verkündet nicht immer einen sehr heissen Sommer."

7) Werden zwei feste Körper gegen einander gerieben, so üben sie ohnstreitig wechselseitigen Druck gegen einander aus; die Erhitzung welche man dadurch hervorbringt scheint daher gröſstentheils Erfolg der Compression der Körpertheilchen selbst, zum Theil auch der eingeschlossenen Luft zu seyn. In der Guerikschen Leere findet die Erwärmung solcher Körper wo nicht stärker, doch eben so stark als ausser der-

selben Statt. Vergl. Pictet über das Feuer §. 154. ff. Rumford in Scherers Journ. I. 9—31. Pictet ebendas. 115—118. Nachtrag von Scherer a. a. O. 31—37. Fries ebend. II. 342—346. Derselbe in Scherers Archiv f. d. theor. Chem. II. 93. ff. — Lichtenbergs Mag. I. St. 2. S. 19 IX. 4. 171. Baader a. a. O. IV. 3. 149. Mayer ebend. VIII. 2. 122. Link XI. 4. 89. Rumford in s. angef. Abhdl. Davy in Gehlens n. Journ. d. Chem. I. 371. Ueber Erwärmung durch Verdichtung und Stofs, vergl. S. 340 dies. Grundr. — Wird Luft plötzlich unter den entleerten Recipienten der Luftpumpe gelassen, so bewirkt theils die Friction, theils die schnelle Bewegung eine Temperaturerhöhung von mehreren Graden; wogegen das Thermometer um eben soviel Grade beim Auspumpen sinkt. Dumoutiezs Briquet pneumatique; vergl. S. 660. Ermann konnte mit Hülfe desselben wohl Schwamm, Leinwand und ähnliche Dinge entzünden, aber Rose's leichtflüssiges Metall nicht schmelzen. — Bleibender Druck mit unveränderten Berührungspuncten (Pressen) erregt in weit geringeren Grade die Wärme als Reibung und wechselnder Stofs. Erglühen des Eisens durch Hammerschläge; Entzünden des Holzes durch Reiben etc. Schon Franklin (in s. angeführt. Schrift) bemerkt, dafs gleichartig-flüssige Körper unter sich gerieben keine (sehr geringe) Wärme hervorbringen, und alltägliche Erfahrung lehrt, dafs die geriebenen Körper um so heisser werden, je fester (härter) sie sind. Ueberhaupt scheint aber die Erwärmung durch Reibung etc. um so grösser zu seyn (bei übrigens gleichen Verhältnissen der Umgebung der geriebenen Körper), a) je energischer und wechselnder der gegen-

seitige Druck ist, b) je heterogener die reibenden Körper sind, c) je grösser ihr Leitungsvermögen für die Electricität ist, d) und je weniger sie geschickt sind, eingetretene Drucksveränderungen von selbst wieder aufzuheben. Ueber die Meinung verschiedener Physiker, dafs Erwärmung (durch Reibung) gleich sey einer ohne Ende zu vermehrenden oscillirenden Bewegung imponderabler Flüssigkeiten aller Art (vergl. unter andern Fries a. a. O.), mündlich; über die Temperaturerhöhung durch Compression der Dämpfe vergl. S. 340. In wiefern fettige ölige Substanzen als Zwischenlagen genutzt, die Erhitzung geriebener Körper vermindern; z. B. (mehrfacher) Nutzen der Waagenschmiere, der Seife und des Unschlitts womit die die Unterlagen vom Stapel zu lassender Schiffe bestrichen werden etc. Ob nicht die Erde durch die Drehung um ihre Axe von ihrer eigenen Atmosphäre in dem Maase gerieben wird, dafs daraus (zum Theil) Temperaturerhöhung niederer Regionen der Atmosphäre entsteht, ohnerachtet die Geschwindigkeit der (durch den Umschwung) bewegten Luft, derjenigen der Erde für den bestimmten Ort gleich zu kommen scheint; hingegen bewegen sich (nach Kant und de Luc) die Luftsäulen unter dem Aequator mit mehr Geschwindigkeit als jene über den Erdboden, woraus mehrere Abweichungen der Winde zu entstehen scheinen. — Ueber Wärmeerregung durch Electricität, vergl Juch in Trommsdorffs Journ. d. Pharmac. II. 2. 177. Voigt hieher gehörende Beob., in dessen Vers. einer neuen Theorie des Feuers etc. Jena 1795. 8. 321. ff. — Ueber die Wärmeerregung durch chemische Einnung, sind besonders die im VII. Cap. beschriebenen Verbrennungs- und Salz-

bildungsversuche nachzusehen. Diejenigen Physiker welche einen Wärmestoff statuiren, nehmen an, daſs in diesen und ähnlichen Fällen, das Vermögen der einzelnen Stoffe Wärme zu binden verändert und geschwächt, und dadurch Wärmestoff ausgeschieden werde.

8) Man nimmt nämlich an, daſs sich der Wärmestoff mit anderen Stoffen so verbinden könne, daſs er, an seiner Verbreitung vollkommen gehindert, auf keine Umgebung ausdehnend zu wirken vermöge, und somit auch nicht empfunden werden könne; und nennt ihn dann verborgenen oder ruhenden, gebundenen oder latenten Wärmestoff, im Gegensatz des fühlbaren, sensiblen oder freien Wärmestoffs, welcher Temperaturerhöhung der Körper hervorbringt und auf unser Gefühl und auf das Thermometer wirkt. Zu diesen Vorstellungen über die in und an den Körpern vorhandene Wärme, sind jene Physiker vorzüglich durch die merkwürdigen Wärmeerregungen gelangt, welche durch Zustandsänderung bewirkt werden. Während nämlich ein schmelzbarer fester Körper im Schmelzen begriffen ist, oder während ein liquider expansibelflüssig wird, bleibt seine Temperatur ganz unverändert. Es steigt z. B. die Temperatur des liquiden in offenon Gefässen erhitzten Wassers nur bis 80° R., wobei es siedet; so bald es diesen Temperaturgrad erreicht hat, geht es in Dampf über, und wird so lange als noch Dampfbildung möglich ist, nicht weiter in seiner Temperatur erhöht. Im Schmelzen begriffenes Blei, erhitzt sich bis 540° F., d. i. bis zu seinem Schmelzpuncte, und behauptet diesen Temperaturgrad so lange, bis es in allen seinen Theilen ge-

schmolzen ist, und nun erst fängt die Temperatur wieder an zu steigen. Aller während der Verdampfung oder Schmelzung zugetretener Wärmestoff, wirkte weder auf Gefühl noch aufs Thermometer, sondern diente nur zur Zustandsänderung des Wassers und Bleies von denen er gebunden wurde, daher jene Ausdrücke: latenter Wärmestoff etc. Wird Aetzkalk oder Schwefelsäure, oder Weingeist mit Wasser gemischt, so entstehen Erhitzungen, indem jener Meinung gemäſs, ein Theil des im Wasser gebundenen Wärmestoffs zum freien strahlenden Wärmestoff wird; vergl. S. 619. Erhitzung bei der Bildung der dunstförmigen unvollkomenen Salpetersäure durch Salpetergas und Sauerstoffgas (§. 130.); Erhitzung bei plötzlichen Salzkrystallisationen, wenn die krystallisationsfähigen Salzlaugen an kalten Tagen in nicht zu grossen Mengenin Gläsern bewegt werden; vergl. Pabitzky in Trommsdorffs Journ. d. Pharm. VI. 2. 338. — Ueber die starke Erhitzung des ungelöschten Kalks mit Wasser; Voigt in seiner oben angef. Schr. S. 42. Dort wo bei Mischung fester und flüssiger Körper, oder flüssiger Körper von verschiedener Dichtigkeit sehr bedeutende Temperaturerhöhungen statt finden, ist ausser der Rückbildung des Expansibelen in Tropfbares, oder des Tropfbaren in Starres, und ausser dabei eintretender Lösung, auch häufig Auflösung oder wenigstens Ausgleichung bestimmter chemischer Gegensätze mit im Spiel. Ueber Voigts, Winterls u. a. Meinung über jene Phänomene mündlich.

9) Auf die Fähigkeit kälterer Substanzen durch bereits warme ebenfalls erwärmt zu werden, gründet sich die Einrichtung und der Gebrauch der Wärme- und Hitzmesser. — Es setzt diese Erwärmung voraus:

in den kälteren Körper die Empfänglichkeit für die Wärmeerregung des wärmeren, und (da dabei umgekehrt der wärmere erkältet wird durch den kälteren) die Empfänglichkeit des wärmeren für die Kälteerregung des kälteren. Das ganze Verhältniſs, durch die Ausdrücke: Mittheilung der Wärme und Ausgleichung der Temperaturen (Tension der Wärme, nach Pictet) bezeichnet, werden wir weiter unten näher kennen lernen; einstweilen vergl. m. Grundr. d. Chem. I. 311. — Lalandes Thermometer, wo die Theilung der Skale, nach Micheli's Vorschlag, von derjenigen Temperatur anfängt, welche das Mittel zwischen allen seit mehreren Jahren beobachteten Graden hat, und dieselbe Temperatur ist, welche in den Kellern des Pariser Observatoriums statt findet; v. Zachs monatl. Correspond. z. Beförd. d. Erd- u. Himmelskunde. 1804. Febr. 131. 135. — Norbergs Wärmemesser; Trommsdorffs Journ. f. Pharmac. VIII. 2. 107.

10) Rücksichtlich der Kälteerzeugung fügen wir denen §. 159. angegebenen Bedingungen noch folgende Beobacht. bei. Abkühlung der Luft an heissen Sommertagen durch Wasserdampferzeugung, indem man Gassen, Zimmer etc mit Wasser bespritzt. Erzeugung des Eises (z. B. zu Benares) durch freiwillige Wasserverdünstung; Nutzen der Alcarrazas; Abkühlung der Getränke durch Eingraben der sie enthaltenden Gefässe in die Erde und darüber angebrachte Feuerung; Abkühlung der Neger durch starke Ausdünstung (vergl. oben 857); v. Rumfords Beob., daſs sich schwarze Körper eher abuühlen als farbenlose, dessen Abhdl. üb. die Wärme 175. Temperaturverminderung durch Verdünnung der Luft; S. 338.

Erkältung (und Gefrieren) des Quecksilbers im Thermometer, durch Verdampfung des rectificirten Aethers; des Schwefelalkohols; v. MONS's u. WÜNSTARS Beob. MEYERS Methode durch Aetherverdünstung das Wasser zum Gefrieren zu bringen. Erkalten eines mit Wasser oder Weingeist gefeuchteten in der Luft geschwungenen Fingers. Gefrieren des Wassers durch plötzliches Vorüberströmen der Luft (mittelst der Luftpumpe). v. EDELKRANZS Maschine zur Erzeugung künstlicher Kälte; PFAFF u. FRIEDLIEDER Neueste Entd. d. franz. Gelehrt. 1803. 5. St. 75. — Temperaturerniedrigung durch Lösung kryst. Salze. Das Anfrieren eines unten mit Wasser befeuchteten, auf einen Ofen gestellten, eine Gemenge von Kochsalz und Eis enthaltenden zinnernen Tellers, im Momente da das Gemenge schmilzt. Grössere (künstliche) Kälte durch schneller zerfliefsbare Materien, nach WALKERS und LOWITZS Beob.

Kaltmachende Mischungen	Erniedrigung des Thermometers von		bis
1) Mit eben so viel Wasser verdünnte Schwefelsäure und Schwefelsaures Natron zu gleichen Theilen	50°F.	—	30°
2) Schwefels. Natr. 8 Thl. u. Salsäure 5 Thl.	50°	—	0°
3) Salpeters. Ammoniak 1 u. Wasser 1.	50°	—	4°
4) Kochsalz 1 u. Schnee 1.	32°	—	0°
5) Salsz. Kalk 3 u. Schnee 2	32°	—	50°—0°
6) Kali 4 Schnee 3.	32°	—	51°—0
7) Schnee 1 u. verdünnte Schwefels. 1.	20	—	60°—0
8) Schnee 1 u. verdünnte Salpeters. 1.	0°	—	46°—0
9) Schnee 1 u. salzs. Kalk 2.	0°	—	66°—0

10) Schnee 1 u. salzs. Kalk 3.	-	40°—0 —	73°—0
11) Verdünnte Schwefels. 10 u. Schnee 8 Theile.	-	68°—0 —	91°—0.

Vermischt man 4 Theile Eis und 1 Theil Schwefelsäure, beide von 32°, so sinkt die Temperatur der Mischung bis fast auf 4°—0 F. Es kommt bei dergl. Versuchen vorzüglich darauf an, daſs die (frisch krystallisirten) Salze in kalter Umgebung möglichst fein gepulvert, gesieht und vollkommen trocken sind, und daſs der Schnee oder das Eis möglichst frisch und ohne Spuren von Schmelzung angewendet werde. Auch müssen die Gefässe dünn seyn, nur Raum für die kaltmachende Mischung haben, und diese muſs sehr schnell in kalter Umgebung erfolgen. Bei von bedeutender Tiefe zu erzeugenden Kältegraden, ist es zweckmässig, die Materie vor der Mischung selbst zuvor in eine andere kaltmachende Mischung zu setzen.

11) Fourcroy und Vauquelin' Lowitzs Vers. wiederholend sahen in einer Mischung von 8 Theilen salzsauren Kalk und 6 Theilen trocknen Schnee, Quecksilber erstarren; bei einer grösseren Menge Merkur erstarrte es nicht ganz, und goſs man das nicht erstarrte ab, so fand man den zurückgebliebenen festen Antheil, octaedrisch krystallisirt. Auf gleiche Weise brachten sie flüssiges Aetzammoniak zu wenig riechenden weissen Naden krystallisirt, rauchende Salpetersäure in rothen Nadeln (was aber dem Gr. v. Mussin Puschkin nicht gelang). Schwefeläther krystallirte in weissen Blättern. Zanetti, jener kaltmachenden Mischung noch Salmiak zusetzand, sah ausser dem Gefrieren des Merkur (vergl. auch oben 859), gewöhnlichen Branntwein

erstarren. v. Mons durch salzsauren Kalk und festes Aetznatron eine grosse Kälte hervorbringend, beobachtete daſs mehrere Salzlösungen ihr Salz theils in Pulvergestalt, theils krystallinisch fallen liessen; Gold, Silber, Zinn und Blei verloren ihre Hämmerbarkeit (Zerspringen der Holzaxten und Beile beim Gebrauch in heftiger Kälte) und eine Feder lieſs sich wie Glas zerbrechen. Lowitz brachte in einem Gemenge von trocknem Aetzkalk und Schnee 12 und ein ander Mal 25 Pfund Merkur zum Erstarren. — Alkohol und flüssige Salzsäure, so wie alle wirklichen Gase wurden zur Zeit noch durch keinen bekannten Kältegrad zum Gefrieren gebracht.

12) Da die Temperatur unseres eigenen Körpers nicht immer gleich ist, so kann auch unser durch das Gefühl geleitetes Urtheil über die Wärme oder Kälte der Umgebung oftmals verschieden ausfallen, ohnerachtet die Umgebung dieselbe Temperatur beibehalten hatte. Keller scheinen im Winter warm, im Sommer kühl. Das Wasser kommt der an kältere Umgebungen gewöhnten Hand wärmer vor, als dem durch die Bedeckung an wärmere Umgebungen gewöhnten Leibe.

B) Von der Fortpflanzung der Kälte und der Wärme. (Mittheilung, Leitung und Stralung.)

§. 161.

XXXXVIII. Vers. a) Zwei Theile warmes Wasser von 60° R. und drei Theile Wasser von 10° R. werden in einer porzellänenen Schale mit einander gemischt; die Temperatur der Mischung wird 30° R. seyn. Werden zwei gleichartige

Massen von ungleichen Temperaturen mit einander vermischt, so verhält sich die neue Temperatur des Gemisches, wie der Quotient aus der Summe der Producte der Massen (oder Volumen) in ihre Temperaturen durch die Summe der Massen. Waren mithin die Mengen (Massen) des Wassers gleich, so wird die neue Temperatur genau das arithmetische Mittel der Temperaturen der einzelnen Wassermengen vor der Mischung halten. b) Sind hingegen die Körper ungleichartig, so werden sie (von ungleichen Temperaturen) mit einander gemengt die neue Temperatur nicht in den angegebenen Verhältnissen erlangen, sondern es werden vielmehr ungleiche Wärmeerregungen nöthig seyn, um in gleichen Massen dieser Körper gleiche Temperaturänderung hervorzubringen. 1 Pfund Merkur von 110° F. mit 1 Pfund Wasser von 44° F., giebt zur neuen Temperatur des Gemenges nicht 77° sondern 47° F. Oder hat das Merkur 44° F. und das Wasser 110° F., so wird die neue Temperatur 107° seyn. Während also die Temperatur des Wassers um 3° vermehrt wurde, wurde die des Merkurs um 63° vermindert; so viel Wärme als mithin das Merkur um 63° zu erwärmen vermag, ertheilt dem Wasser eine Temperaturerhöhung von 3°, und haben daher Wasser und Merkur gleiches Gewicht, so verhält sich die freie (aufs Thermometer wirkende) Wärme in jenem

zu derjenigen in diesem, wie 63 : 3 = 21 : 1. Dieses Verhältniſs specifisch verschiedener Körper bei gleichen Massen ungleiche Wärmemengen zu erfordern, um gleiche Temperaturgrade zu erreichen, nennt man die Capacität der Körper für Wärme; und derjenige von zwei Körpern hat die gröſste Capacität für die Wärme, der durch Mittheilung gleicher Wärmemengen, die geringste Temperaturänderung erfährt.

1) Unter dem Ausdrucke Menge der freien Wärme versteht man das Product aus dem Wärmegrade eines Körpers in seine Masse; und durch Capacität bezeichnet man das grössere oder geringere Vermögen eines Körpers Wärme gebunden zu halten, welches in dem Maase statt findet, als die Körper flüssig sind (vergl. oben S. 865) hingegen um so mehr geschwächt wird, je fester die Körper werden. — Hingegen nennt man die (nicht absolut zu bestimmende) Wärmemenge, welche jeder eigenthümliche Stoff (bei bestimmter Masse) nöthig hat, um dadurch eine bestimmte Temperatur zu erreichen, seine specifische (comparative oder eigenthümliche) Wärme (Calor specificus). Aus dem obigen folgt, daſs sich die specifischen Wärmen zweier Stoffe bei gleichen Massen und Temperaturen umgekehrt verhalten, wie die Temperaturunterschiede, die sie durch gleiche Wärmemengen erhalten; und nimmt man nun z. B. die für das Wasser zur Hervorbringung einer bestimmten Anzahl von Thermometergraden erforderliche Wärmemenge als zu vergleichende Einheit an, oder setzt sie = 1, so kann man durch

fernere Versuche ausmitteln, wie viel Wärme andere Stoffe heischen, um ihre Temperatur um eine gleiche Zahl von Graden zu erhöhen, oder wie sich ihre specifische Wärme zu der des Wassers in Zahlen ausgedrückt verhalte. J. C. WILKE (Vers. über die eigenthümliche Menge des Feuers in den festen Körpern, in den Schwed. Abhdl. 1791. 49. u. CRELLS n. Entd. d. Chem. X. 49.) bestimmt die specifische Wärme nicht bei gleichen Massen sondern bei gleichen Volumen, und nennt dieses relative Wärme. — HERM. BOERHAVE elem. chem. Lips. 1732. T. I. p. 166 232. Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies etc. by ADAIR CRAWFORD. London 1779. 8. 1788. 8. Vers. u. Beob. über d. Wärme d. Thiere etc. Aus d. Engl. des A. CRAWFORD ins Deutsche übers. von L. v. CRELL. Leipz. 1799. 3. Ausg. 8. GEHLERS phys. Wörterb. IV. 567. und im Supplementbande 961. ff. MAYER üb. die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs. Erlangen 1791. 8. LAMPADIUS kurze Darstellung der vornehmsten Theorien des Feuers. Göttingen 1793. 8. CARRADORI Theoria dell Calore. Firenze 1788. 8. J. G. MAGELLANS Vers. üb. die neue Theorie des Elementarfeuers u. der Wärme d. Körper. Aus d. Franz. Leipz. 1782. 8. SCOPOLI u. VOLTA in CRELLS neuest. Entdeck. XII. 3. ff. W. MARGANS Erinnerungen gegen CRAWFORDS Theorie etc. Aus d. Engl. Leipz. 1785. 8. Prüfung d. neuen Theorie d. Feuers etc. in GRENS Journ. d. Phys. I. 5. ff. — GRENS Uebers. der Gesetze, nach welchen sich die Capacität richtet, in dessen Journ. II. 24.

2) Zu a) des obigen §. T, t bezeichnen die verschiedenen Temperaturen der zu vermischenden gleichar-

tigen Körper, M, m ihre Massen oder Volumina, und x die neu zu erzeugende Temperatur; so ist $x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}$. Ist also $M = m$, so ist $x = \frac{T + t}{2}$. Auch folgt aus der obigen Formel, daſs $M : m = x - t : T - x$. Vergl. G. W. Richmann de quantitate caloris, quae post miscelam fluidorum certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes; in den Nov. Comment. Acad. Sc. Imp. Petropolit. T. I. p 152. Zu b) Sind die Gewichte P, p zweier ungleichartigen Körper gleich, so verhalten sich die specifischen Wärmen m, n umgekehrt, wie die Veränderungen in ihren respectiven Temperaturen x, y nachdem sie auf eine gemeinschaftliche Temperatur gebracht worden sind; ist also $P = p$, so ist $m : n = y : x$ mithin $m = \frac{xy}{x}$. Sind hingegen die Gewichte ungleich, in diesem Falle durch G, g bezeichnet; so ist $m : n = yg : xG$ mithin $m = \frac{nyg}{xG}$. Vergl. D. Irvine Beob. u. Berechnung. in Crawfords angef. Schrift. Gadolins Vers. in d. Abhdl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. v. Jahr 1784. — Nicholsons Treatise on natural philosophy. Blaks Vorles. üb. d. Grundl. d. Chem. Herausgegeb. von J. Robins. Aus d. Engl. von L. v. Crell. Hamburg 1804. 8. I. 99—120. 393. ff.

3) Bei hieher gehörenden Vers. ist zu bemerken, daſs der wärmere Körper um etwas durch die äussere Luft, durch daſs Gefäſs etc. erkaltet; daſs bei eintretenden chemischen Mischungen keine unmittelbaren Vergleichungen der Körper möglich sind, und daſs bei eintretenden Zustandsänderungen Wärme gebunden wird, dessen Menge nach Verschiedenheit der

chemischen Beschaffenheit und selbst der Zustandsstufe des Körpers veränderlich ist. Vermischt man Schnee oder Eis dessen Temperatur = 0° R. oder 32° F. ist, mit Wasser von 60° R., so ist die neue Temperatur nicht 30° R., sondern bleibt 0° R., indem aller Schnee flüssig wird. 1 Pfund Eis bindet daher beim Schmelzen so viel Wärme (nach Lavoisier und Laplace) als nöthig ist, um 1 Pfund Wasser bis zu 60° R zu erwärmen; und nach Watts Vers. bindet das in Dampf übergehende bereits siedende Wasser so viel Wärme, als nöthig wäre, um einen Körper, der gleiche Wärmecapacität mit dem Wasser hat, bis 419° R. zu erhitzen. Vergl. Erkaltung durch Verdampfen, oben S. 868. Um in hieher gehörenden Fällen die Wärmemittheilung zu bestimmen, muſs zuvor die Menge der latent werdenden Wärme bestimmt werden. Hierauf stützte Lavoisier und Laplace sein Verfahren, die specifische Wärme verschiedener Stoffe zu vergleichen, und die Einrichtung des dazu erfundenen Calorimeters, vergl. ob. S. 854. In der Regel haben dichtere Körper mehr specifische Wärme als dünnere; vergl. die Temperaturerhöhungen durch Mischung von Schwefelsäure und Wasser etc., durch Druck, Stoſs, Hämmern etc.

4) In nachfolgender Tabelle sind die Resultate über einige der bisher rücksichtlich ihrer specif. Wärme untersuchten, und mit der des Wassers (die zu 1,0000 gesetzt ist) von gleicher Temperatur verglichenen Körper so zusammengestellt, daſs in der dritten Columne bei gleichem Gewichte, und in der vierten bei gleichem Volumen das Verhältniſs ihrer specif. Wärme angegeben wird. Die Resultate der vierten C. sind nach Mayer (vom Wärmestoff etc.)

dadurch erhalten worden, daſs die specifische Wärme gleicher Gewichte der verschiedenen Stoffe mit ihrem (respectiven) specif Gewichte multiplicirt wurde.

	Namen d. Beob	Specif. Gewicht	Specif. Wärme. Gleicher Gew.	Specif. Wärme. Gleicher Volum.
Wasserstoffgas	Crawford	0,000094	21,40000	0,00201
Sauerstoffgas	— —	0,0034	4,7490	0,00622
Atmosphär. Luft	— —	0,00122	1,7900	0,00213
Salpetergas	— —	0,00120	0,7036	0,00080
Kohlensaures Gas	— —	0,00183	1,0459	0,00186
Wasserdampf	— —		0,5500	
Wasser	— —	1,000000	1,000000	1,000050
Salzsäure	— —	1,122	0,6800	0,7630
Schwefelsäure	Mittelzahl n. Crawf. Kirwan u. Lavoisier	1,840	0,5968	1,0981
Salpetersäure	Kirwan	1,353	0,576	0,7804
Weinessig destill.	— —		0,1030	0,1039
Alkohol	Crawford	0,8371	0,6021	0,5040
Flüssiges Ammoniak	Kirwan	0,997	0,7080	0,7058
Kalkwasser	Lavoisier	—	0,3346	
Kalilösung	Kirwan	1,346	0,759530	1,0216
Salmiaklösung (1 : 8)	— —	—	0,779	—
Salpeterlösung (1 : 8)	Lavoisier	—	0,8167	—
Eisenvitriollös. (1 : 2, 5)	Kirwan	—	0,734	—
Leinöl	— —	0,9403	0,528	0,4965
Terpentinöl	— —	0,9010	0,472	0,4677
Merkur	Kirwan u. Lavoisier	13,568	0,3100	4,2061
Eis	Kirwan	0,916	0,9000	—
Schwefel	— —	1,99	0,183	0,3642
Holzkohle	Cbawford		0,2631	—
Zink	Crawf. u. Wilke	7,154	0,981	0,7018

			Specif. Wärme.	
	Namen d. Beob.	Specif. Gew.	Gleicher Gew.	Gleicher Volum.
Eisen	Crawf. u. Wilke	7,876	0,1264	0,9955
Kupfer	— —	8,784	0,1121	0,9847
Mössing	— —	8,358	0,1141	0,9536
Spiefsglas	— —	6,107	0,0637	0,3890
Wismuth	Wilke	9,861	0,043	0,4240
Blei	Wilke			
	Crawf. u. Kirwan	11,456	0,0424	0,4857
Zinn	— —	7,380	0,0661	0,4878
Silber	Wilke	10,001	0,082	0,8201
Gold	— —	19,040	0,050	0,9520
Gelbes Bleioxyd	Crawford		0,0680	
WeissesZinnoxyd	— —		0,0990	
Kreide	— —		0,2564	
Wintereichen	Mayer	0,531	0,51	0,3218
Fichtenholz	— —	0,408	0,65	0,2652
Lindenholz	— —	0,447	0,60	0,2682
Reis	Crawford		0,5050	
Waizen	— —		0,4770	
Gerste	— —	1,054	0,4210	
Hafer	— —		0,4106	
Erbsen	— —		0,4920	
Mageres Rindfleisch	Kirwan		0,7400	
Ochsenhaut mit Haaren	Crawford		0,787	
Lunge eines Schaafes	— —		0,769	
Wallrath	— —		0,5000	
Agat	Wilke	2,648	0,195	0,563

5) Wo irgend Wärme verschwindet (durch Vermehrung der Capacitäten gebunden wird), ist Zustandsänderung gegeben; veränderte Form der Darstellung eines Dinges, setzt aber unter diesen Umständen voraus, dafs in dem, was dieser Aenderung unterliegt,

Thätigkeiten gegeben sind, die nur innerhalb der Grenze des sich Aendernden wirken, deren Wirken aber sehr allgemeinen Bedingungen unterworfen ist. Dieses Beschränken jener Wirkungen auf die einzelne Masse, mögten wir nun zunächst als Folge eines Princips auffassen, welches der expandirenden (freien) Wärme stets entgegenstrebend, von uns früher (§. 158.) durch Kälteprincip bezeichnet wurde. Fluidisirende (freie) Wärme und begrenzende (gestaltende) Kälte gleichzeitig und am gleichen Orte wirkend, dürfte dann vielleicht dem magnetischen und electrischen Gegensatze zur ersten Quelle dienen? — Ob bei Annahme eines Wärmestoffes, freie (keiner Anziehung unterworfene, stralende) Wärme, und ob bei Leugnung eines Kälteprincips, vollkommene Bindung der Wärme denkbar ist, mündlich.

6) Jede Mittheilung der Wärme zwischen gegenseitig sich berührenden Massen, erfolgt anfänglich gewöhnlich schneller (und zwar um so schneller je grösser der Unterschied der respectiven Temperaturen ist), als späterhin, wo sich die Massen der Temperaturgleichheit nähern. Den verschiedenen Beobachtungen gemäſs, stehen die Wärmemengen, die ein Körper nach einander in kleinen Zeiträumen verliert, mit dem Temperaturunterschiede der Umgebung in Verhältniſs, und es scheinen die Temperaturunterschiede des Körpers und seiner Umgebung in einer geometrischen Progression sich zu vermindern, während die Zeit in einer arithmetimetischen Progression zunimmt. Vergl. Neuton Princip. etc. L. III. Prop. VIII. Cor. IV. Lamberts Pyrometrie. §. 255. Richmann in den Nov. Comment. Petrop. 191. Irvine a. a. O. Ein Körper der in käl-

terer Umgebung sich langsamer abkühlt, als ein anderer mit ihm in dieser Hinsicht verglichener, ist specifisch wärmer. Jede Abkühlung oder Erhitzung hängt aber ausser dem angeführten, von dem eigenthümlichen Vermögen des Körpers ab, die Wärme zu leiten.

§. 162.

Erfahrung lehrt, dafs verschiedene Stoffe durch einen und denselben wärmenden Körper in verschiedenen Zeiten warm werden, und die empfangene Wärme durch ihre Masse verbreiten. Man nennt dieses die Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme; und ein Körper ist ein so besserer Wärmeleiter, je schneller er die Wärme in sich fortpflanzt und mittheilt, und in je kürzerer Zeit er einen von ihm eingeschlossenen heissen Körper abkühlt. Schlechte Wärmeleiter nennt man gewöhnlich warmhaltende Körper.

1) Seidene und wollene Kleider halten wärmer als baumwollene und leinene; Federbetten wärmer als baumwollene Decken; Strohdächer im Winter wärmer und im Sommer kühler als Ziegeldächer. Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen halten äussere Wärme besser ab, als mit steinernen Wänden versehene. Ein an einem Ende glühender Drath verletzt die das entgegengesetzte Ende berührende Hand, während ein an einem Ende brennender Holzspahn (von gleicher Länge) am anderen Ende ohne Gefahr gehalten werden kann. Mit Schnee bedeckter Boden

bleibt im Winter wärmer, als der zu gleicher Zeit von Schnee entblöſste, von der Luft unmittelbar berührte. Einrichtung und Bedeckung der Mistbeete. Umwickeln der Bäume mit Stroh. Umwickeln der Füsse mit Papier, um sie (in Stiefeln) gegen das Erfrieren zu schützen. Metalle fühlen sich unter gleichen Umständen kälter an als Holz. Die erhitzten Körper erkalten im Quecksilber am schnellsten, minder schnell im Wasser, noch langsamer in der Luft. — Im allgemeinen scheinen die Körper um so schlechtere Wärmeleiter zu seyn, je flüssiger, flüchtiger, durchsichtiger, weniger dicht und farbenloser sie sind, und bei organischen Stoffen, je höher der Standpunct war, den sie als organisches Compositum in der Reihe organisirter Körper einnehmen; vergl. Kastners Grundr. d. Chem. 309.

2) Die Leitungsfähigkeiten heterogener Stoffe, verhalten sich dem obigen gemäſs, wie die Zeiten, in denen sie (bei übrigens gleichen Umständen) von ihnen eingeschlossene erhitzte Körper abkühlen. Hierauf sich stützend hat man die Leitungsvermögen verschiedener Körper durch Versuche ausgemittelt, und das Leitungsvermögen eines bestimmten Stoffes zum vergleichenden Maasstabe wählend, ihr gegenseitiges Verhältniſs (wie das ihrer specif. Wärme) in Zahlen auszudrücken sich bemüht. Bezeichnen wir die Leitungsfählgkeiten zweier Körper durch L und l; die Zeiten, in welchen sie eine bestimmte Temperatur annehmen oder verlieren durch T und t; die Fähigkeiten überhaupt Wärme aufzunehmen (oder ihre Anziehungen zu dem sogen. Wärmestoff) mit A und a, und die Mengen ihrer specif. Wärme mit S und s; so ist

T : t = l : L
l : L = A : a
A : a = S : s.

3) Unter allen Körpern sind die Metalle die besten Wärmeleiter. Nach Richmann ist Blei der beste Wärmeleiter; hierauf folgen Zinn, Eisen, Kupfer und Mössing. Er liefs sich zu dem Ende metallene Kugeln von gleichem Volumen mit gleichen cylindrischen Höhlungen machen, füllte die Höhlungen mit einer Flüssigkeit, stellte die Kugel eines Thermometers hinein, erhitzte nun die metallenen Kugeln bis auf einen bestimmten Grad, und liefs sie hierauf in freier Luft hängend, abkühlen. (R. in den Nov. Comment. Petrop. III. 309. IV. 241.) Franklin schlug vor, Dräthe verschiedener Metalle mit Wachs oder Talg zu überziehen, sie dann in heisses Oel oder geschmolzenes Blei zu senken, und die Zeit zu bemerken, in der die Abschmelzung des Wachses an jedem Drathe erfolgte. Ingenhouss (in s. seinen vermischten Schrift. II. und im Journ. de Phys. T. XXXIV. p. 68.) befolgte diesen Vorschlag, und wollte gefunden haben, dafs unter den Metallen Silber am besten, Blei am schlechtesten leite. Mayer schliefst aber aus diesen Vers. gerade das Gegentheil; denn je besser das Metall leitet, um so schneller mufs die das Wachs schmelzende Wärme sich der umgebenden Luft mittheilen. Mayer (v. Wärmestoff u. Crells chem. Ann. 1798. I. 443.) operirte (auf ähnliche Weise wie Richmann) mit verschiedenen stark ausgetrockneten Hölzern, und fand das Verhältnifs der Leitung der Hölzer zu derjenigen des Wassers (= 1,000 gesetzt) im umgekehrten Verhältnisse ihrer specifischen Wärme:

Specif. Gewicht.		Specif. Wärme.	Wärmeleitung.
Wasser	1,000	1,00	1,00
Ebenholz	1,054	0,43	2,17
Weiſsbüchen	0,690	0,48	3,23
Pflaumenbaum	0,687	0,44	3,25
Sommereichen	0,668	0,45	3,26
Birnbaum	0,603	0,50	3,32
Föhren	0,495	0,58	3,75
Tannen	0,447	0,60	3,89 etc.

Vergl. a. a. O. Rumford (in Grens N. Journ. d. Phys. IV. 418 u. Annal. d. Phys. I. 214. V. 288 u. R's Abhdl. üb. d. Wärme. Berlin 1805 8. S. 16 u. ff.) folgert ebenfalls aus seinen Vers. (üb. feste zu Kleidungsstücken dienende Substanzen verglichen mit der Leitung der Luft), daſs die Wärmeleitungsfähigkeit im verkehrten Verhältnisse der beob. Zeiten, dagegen ihr wärmehaltendes Vermögen im geraden Verhältnisse derselben stehe:

Zeiträume d. Abkühlung		Wärmeleitung.
Luft	576	1,0000
Feines Leinen	1032	0,5581
Baumwolle	1046	0,5506
Schaafwolle	1118	0,5152
Rohe Seide	1284	0,4485
Castorfell	1296	0,4444
Eiderdunen	1305	0,4413
Hasenfell	1315	0,4380

Als R. einen silbernen Löffel über eine brennende Wachskerze inwendig mit Ruſs beschlagen, und einen Wassertropfen hineinfallen lieſs, bemerkte er, daſs der möglichst erhitzte Löffel dennoch den (nicht adhärirenden kugelichen) Tropfen nicht zum Sieden brachte, was theils von der schlechten Leitung der Kohle, theils von der des Wassers zeugt. R. leitet überhaupt die Leitung der unmetallischen Flüssigkeiten von ihrer Bewegung ab, in der sie sich befinden;

im ruhenden Zustande sind sie sehr schlechte Wärmeleiter. (Erkältung durch Luftzug etc.) Nach seinen älteren Beob. hierüber, steht die Leitungsfähigkeit einiger Gase in folgendem Verhältnisse zu der des Wassers und des Quecksilbers:

		Wärmeleitungsfähigkeit gegen die des Quecksilbers 1,000	Wassers 1,000
Quecksilber		1,000	3,194
Feuchte Luft		0,330	1,051
Wasser		0,313	1,000
Atmosphär. Luft von gewöhnl. Dichtigkeit	= 1	— 0,08041	0,256
Verdünnte Luft von gewöhnl. Dichtigkeit	= $\frac{1}{4}$	— 0,08023	0,255
— — — —	= $\frac{1}{24}$	— 0,078	0,249
Torricellische Leere		— 0,055	0,109

Rücksichtlich der T. Leere verdient indeſs bemerkt zu werden, daſs hier eigentlich die Leitung der Hülle die den leeren Raum begrenzt, und nicht die der Leere selbst angegeben ist; dasselbe gilt auch von Pictets hieher gehörenden Beob., vergl. P's Vers. über das Feuer. Cap. 4—6. — Achards Vers. über die Leitung tropfbarer Flüssigbeiten in Crells Ann. 1787. II. 139. 292.; nach Art der Richmannschen angestellt und zu ähnlichen Resultaten führend, zeigen, daſs die Leitungsfähigkeit tropfbarer Flüssigkeiten im umgekehrten Verhältniſs ihrer specif. Wärme stehe. — Auch vergl. man noch Guyton in Scherers A. Journ. d. Chem. I. 411. A. v. Humboldt üb. die chem. u. phys. Grundsätze der Salzwerkskunde (zugleich enthaltend mehrere Anwendungen von der richtigen Kenntniſs der Wärmeleitung im gemeinen Leben);

im Bergmännischen Journ. herausgeg. von Köhler u. Hoffmann. 1792 1. u. 2. St. — Ueb. Rumfords Behaupt. daſs ruhige Flüssigkeiten gar nicht leiten (vergl. oben): Delucs Einwürfe in Gilberts Ann. I. 464. Socquets ebend. VI. 407. Grimms a. a. O. VI. 361. Tomsons a. a. O. XVI. 2. 129. Parrots Prüfung ebend. XVII. 257. 369. XXII. 148. Murray in Voigts Mag. f. Naturk. IV. 440. V. 70. Dalton in Gilberts Ann. XIV. 184.

4) In sofern ein bis zu einem bestimmten Grade erwärmter Körper, in eine kältere Umgebung kommend, dieser nur allmälig seinen Wärmeüberfluſs überläſst, ist er ein Selbstwärmeleiter. Der Erfahrung gemäſs, läſst er unter diesen Umständen seine Wärme um so langsamer fahren, je schneller er sie zuvor angenommen und gebunden hatte; und er ist ein so schlechterer Wärmeableiter, je grösser sein Selbstleitungsvermögen war. Der beste Selbstleiter ist die Luft, ihr folgen nach Böckmann der Kork (Pantoffelholz) die Hölzer, Steine und Metalle; vergl. C. W. Böckmanns unter der Presse befindliche, an scharfsinnigen Bemerkungen und Versuchen reiche Abhandlungen über Wärme und Licht, von denen mir die erstere von dem Verfasser im Manuscript gütigst mitgetheilt wurde. Setzt man das Wärmeleitungsvermögen des Wismuths (der nach B. im electr. Zustande die Wärme schneller ableitet, als im nicht electrisirten) = 1000, so ist nach B. das Verhältniſs folgendes:

Wismuth	1000
Spieſsglas	879
Merkur	843
Blei	841

Zinn	666	Rose's leichtflüss. Metallgemisch	526
Gold	455	Mössing	346
Silber	441		
Nickel	421		
Zink	401		
Kupfer	340		
Eisen	332		

Ueber Ableitung und Fortleitung der Wärme: vergl. Langsdorffs Wärmelehre. §. 119. S. 179. — Uebrigens erkaltet in ein und demselben erkaltendem Medio und bei gleichem Temperaturunterschiede, derselbe Körper um so geschwinder, je weniger Masse und je mehr Oberfläche er darbietet; oder die Erkältungszeit steht im geraden Verhältnisse der Masse des wärmeren Körpers, und im umgekehrten Verhältnisse seiner (physischen) Oberfläche. Eben so wird die Erwärmungszeit bei einem im wärmenden Medio befindlichen kälteren Körper, in demselben Verhältnisse stehen.

5) Die schlechte Leitung lockerer Körper, z. B. Wolle, Federn, Asche, Schnee etc. rührt zum Theil von der durch Adhäsion ruhig anhängenden Luft her. — Nach Parrot ist bei übrigens gleichen Umständen, die Leitung eines Körpers um so stärker je homogener, und so schwächer je heterogener seine Theile sind; Gilberts Annal. XVII. 395. — Nach Mayer (Grens Journ. d. Phys. III. 19.) ändert sich die Leitung eines und desselben Stoffes bei beträchtlichen Aenderungen der Temperatur; daher die Vergleichungen der Leitungen verschiedener Stoffe in nahe kommenden Temperaturen angestellt werden müssen.

6) Mayers Bemerkung, daſs die Leitung zweier

Körper sich umgekehrt verhalte, wie die Zeiten, in denen sie einerlei Aenderung einer gemeinschaftlichen Temperatur in demselben Medium erleiden (vergl. oben); oder dafs ihre Leitungsvermögen im geraden Verhälnisse stehen mit dem Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten; begründete nachstehende von v. Humboldt gegebene Formel zur Berechnung des Leitungsvermögens selbst: nach welcher dieses $= \frac{1}{pc}$ ist, wenn das specif. Gewicht eines Körpers $= p$ und seine specif. Wärme $= c$ gesetzt wird. (Vergl. oben.) Sie kommt mit denen durch Versuche erhaltenen Resultaten genauer überein, als man es von den oftmals sehr abweichenden Bestimmungsarten der spec. Wärme zu erwarten berechtigt ist.

7) Alle tropfbare, der expansiblen Flüssigkeit fähige und alle expansibel-elastische Flüssigkeiten können (solange keine Mischungs- und Zustandsänderung erfolgt) um so höhere Temperaturen annehmen, je stärker sie comprimirt oder eingeschlossen werden. Hierauf gründen sich zum Theil die verschiedenen Siedepuncte, die eine und dieselbe Flüssigkeit hat, je nachdem sie unter verschiedenem Luftdrucke erhitzt wird; mehr hierüber weiter unten, einstweilen vergl. I. Bd. S. 338.

§. 163.

XXXXIX. Vers. In dem Brennpuncte eines grossen metallenen Hohlspiegels, bringe man die Flamme einer brennenden Kerze: die von der Flamme in Begleitung des Lichtes divergirend ausgehenden Wärmestralen, werden von dem

Spiegel aufgefangen und so zurückgeworfen, daſs sie in paralleler Richtung fortgehend von einem zweiten (dem ersten ganz gleichen und ihm gegenüber aufgehangenen) Hohlspiegel gesammelt, und in dessen Brennpuncte wieder vereinigt werden; in dem Brennpuncte dieses zweiten Hohlspiegels fühlt man daher eine merkbare Wärme, die mittelst eines passenden Metallthermometers auch dem Grade nach bestimmt werden kann, während der Raum zwischen beiden Brennpuncten seine Temperatur nicht (wenigstens nicht merklich) ändert. Aus Scheele's, Pictets u. a. hieher gehörende Beob. und Vers. ergiebt sich, daſs alle undurchsichtige feste Körper die Wärmestralen nach den Gesetzen der Reflexion des Lichtes und des Schalles (vergl. die vorhergehenden Cap.) zurückwerfen.

1) Ein vor's Feuer gehaltener Glasspiegel wirft zwar (jedoch unvollkommen) das Licht, nicht aber die Wärme (wenigstens nicht bemerkbar) zurück; während die Schallstralen (z. B. einer in Gang seyenden Taschenuhr) von beiden Arten von Hohlspiegeln ohne bedeutenden Unterschied reflectirt werden. — Auch bleibt in dem obigen Versuche der erste metallene Spiegel ziemlich kalt, während der Glasspiegel sich erhitzt. Erreicht diese Erhitzung ein gewisses Maximum, so wird das Glas zum Wärmeleiter, und ist dann für die Wärme so durchfühlbar, wie es für das Licht durchsichtig ist. — Uebrigens nimmt die Intensität der stralenden Wärme in dem

selben Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung von ihrem Ausströmungspuncte zunimmt.

2) Feste Körper heben die stralende Wärme nur zum Theil auf, ausser wenn sie sehr dunkel und möglichst wenig glatt sind, wo sie denn fast ganz zur Erhitzung jener Körper verwendet wird; sind sie durchsichtig (z. B. Glas), so lassen sie, bis auf einen gewissen Punct erhitzt, die Wärmestralen ungehindert durch. Expansibelflüssige Körper lassen die Wärmestralen ungehindert durch, jedoch scheinen diese nach Herschels Beob. (vergl. S. 837) dabei eine Art von Brechung zu erleiden, unter Bedingnngen, die denen der Lichtbrechung in gewisser Hinsicht ähnlich sind. Liquide Flüssigkeiten vermindern die stralende Wärme so lange, bis sie dadurch zu einem gewissen Grade erhitzt worden, der die Dampfbildung beschleunigt.

3) Herschel glaubt aus seinen Beob. folgern zu müssen, daſs die Geschwindigkeit der stralenden Wärme, derjenigen des Lichtes wo nicht gleich doch sehr nahe komme; aus Pictets directen Vers., ergiebt sich indeſs bis jetzt nur, daſs die Zeit, welche die Wärmestralen gebrauchen um sich durch einen Raum von 69 par. Fuſs fortzupflanzen, unmeſsbar sey. — In den meisten oben unter A aufgeführten Fällen der Wärmeerregung entsteht stralende Wärme, die zum Theil durch die wärmeerregenden Substanzen selbst wieder aufgehoben wird, worauf bei denen Vers. über die Capacität der Körper für die Wärme, Rücksicht genommen werden muſs.

4) Vergl. Scheele's Phys. u. Chem. Werke. I. Berlin 1793. 8. — Pictet in s. oben angef. Schr. Cap.

3—7. Herschel in den Philos. Transact. f. 1800. P. II. p. 255. 284. u. 293. u. in Gilberts Ann. VII. 137. X. 68. Englefield a. a. O. XII. 399. Wünsch a. a. O. XXVI. 289. ff. Ritter vergl. oben S. 838. — Ueber stralende Kälte mündlich, und Gr. v. Rumford in s. angef. Abhdl.

C) *Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Raumerfüllung einzelner Materien.*

§. 164.

Dem Vorhergehenden zufolge wird die Mittheilung der Wärme in flüssigen Körpern durch Bewegung erhöht; aber nicht nur die von aussen kommende mechanische, sondern vorzüglich auch die durch ungleiche Ausdehnung (Dilatatio) der ungleich erhitzten Flüssigkeitssäulen erzeugte Bewegung ist es, welche hier die Wärmeverbreitung so auffallend beschleunigt; daher der bedeutende Unterschied beim Erhitzen flüssiger Stoffe, je nachdem die Erhitzung zunächst auf der unteren oder oberen Fläche der Flüssigkeit angebracht wird.

1) Auf diesen Unterschied beim Erhitzen haben jedoch ausserdem mechanisches Erschweren der inneren Bewegung, und Verminderung der Flüssigkeit Einfluſs Vergl. oben S. 883 u. Gr. v. Rumfore a. a. O. Socquet in Gilberts Ann. VI. 407; Thomson ebendas. XIV. 129.; Murray ebend. 158.; Dalton 184.; Parrot XVII. 257. 369. XXII. 148. u. Berthollet in dessen Statique chimique. I. 457.

2) Erhitzung in hölzernen Gefässen. Centralfeue-

rungen. Wirkung der Wetterschächte und Wetterwechsel in Gruben. Zug der Luft in den Windöfen. Die entgegengesetzten Strömungen der Luft durch die geöffnete Thür eines geheizten Zimmers.

§. 165.

Eines der merkwürdigsten Phänomene erhitzter tropfbarer Flüssigkeiten ist das Sieden derselben, welches jedesmal erfolgt, wenn die Flüssigkeit in diejenige Temperatur versetzt wird, wo das Maximum der Expansivkraft ihres Dampfes gleich ist, dem zeitigen Druck den die Oberfläche der Flüssigkeit erleidet; vergl. E. G. Fischers Darstellung und Kritik der Verdunstungslehre nach den neuesten besonders den Daltonschen Versuchen. Berlin 1810. 8. S. 20.

1) Bei jeder Temperatur bringt nämlich die Wärme in der Flüssigkeit hervor: ein Bestreben den ausdehnsamen Zustand mit einer bestimmten Expansivkraft anzunehmen; welches, solange es schwächer ist, als der Druck der Luft, den entstehenden Dampf unvermerkt, vermöge der Anziehung des Wasserdampfes zur Luft, in die Luft übergehen läfst; sobald es hingegen dem Luftdrucke gleich ist, findet der Uebergang keinen Widerstand, und wird die Wärme wie gewöhnlich dem Gefässe von unten mitgetheilt, so wird die Bildung aufsteigender Dampfblasen und somit die wallende Bewegung des Siedens durch nichts gehindert, weil sie gleiche oder etwas grössere Expansivkraft als die Luft haben; Fi-

scher a. a. O. 19. ff. 78. ff. Auch vergl. 276—281. 338. 350. dies. Grundr.

2) Nach Daltons Vers. soll sich die Verdunstung des Aethers, Weingeistes, flüssigen Ammoniaks, tropfbaren salzsauren Kalks, der Schwefelsäure und des Merkurs, von ihrem Siedepuncte an gerechnet, eben so verhalten als die Verdünstung des Wassers, von seinem Siedepuncte an gerechnet; was jedoch bei dem Aether und Weingeiste und bei allen ähnlichen aus dem Organischen abstammenden Flüssigkeiten, so wie auch bei allen gemischten Flüssigkeiten anorganischen Ursprungs nicht ganz genau eintreffen dürfte, indem im ersteren Falle bei hohen Temperaturen Zerstörung und im letzteren Falle (z. B. bei den wässrigen salzsauren Kalk und der wässrigen Schwefelsäure) die Ziehkräfte der Mischung Abänderungen bewirken müssen; denn die Flüchtigkeit des der Säure oder dem salzsauren Kalke beigemischten Wassers, ist zwar durch die Anziehung jener Substanzen verändert, aber nicht gänzlich gebunden.

3) Diesem zufolge würde die von Dalton gegebene Tafel der Expansivkräfte des Wasserdunstes für jede andere Flüssigkeit brauchbar bleiben, wenn man nur die Temperaturen um eine bestimmte Anzahl von Graden, hinauf oder herabrückte; Fischer a. a. O. 84. Daltons Beob. über die so abweichende Verdunstung des salzsauren Kalks von derjenigen des reinen Wassers, erinnern übrigens an die ältere Beob., dafs das meiste Regenwasser etwas salzsauren Kalk aufgelöst enthalte.

4) Die Beob. dafs die Flüchtigkeit flüssiger und fester Materien durch Vermischung mit sehr feuerbeständigen bedeutend geschwächt werden kann, ohner-

achtet die Mischung selbst zum Theil nur von Art der Lösung (S. 96) ist (z. B. die des Weingeists durch Wasser, noch mehr durch Schwefelsäure; die des Quecksilbers durch andere Metalle in Amalgamen, des Arseniks durch Gold. — Vergl. meine Beiträge II.) und umgekehrt, dafs die Feuerbesändigkeit gewisser Substanzen durch verdampfende flüchtige Materien, die ihnen beigemischt waren, sehr geschwächt wird (z. B. geringe Verflüchtigung der meisten flüssigen chemischen Mischungen und Stoffe durch verdampfendes Wasser, und daher rührende Verunreinigung der neben einander in nicht gehörig verschlossenen Gefässen aufbewahrten Flüssigkeiten), nöthigen den Experimentator bei Bestimmung der Verflüchtigungsfähigkeit eines Körpers, auf seine chemischen Verhältnisse gehörig Rücksicht zu nehmen. Ist die chemische Mischung zweier Materien von Art der Auflösung, so ist die Aenderung in der Feuerbeständigkeit oder Flüchtigkeit der Stoffe noch auffallender; z. B. Verflüchtigung mehrerer Metalloxyde und Alkalien in Verbindung mit Salzsäure, mehrerer Säuren und Oxyde in Verbindung mit Ammoniak, der Kieselerde durch Flufssäure etc.

5) Bei einer Barom. Höhe von 28 par. Zollen sieden:

Aether	98° F.	29,3° R.	36,6° d. Centes.
Reiner Weingeist	140	48	60
Destill. Wasser	212	80	100
Kuhmilch	213	80,45	100,55
Gesättigte Kochsalzlös.	222,35	84,6	105,75
Salpetersäure	248,	96	120
Schwefelsäure	590	248	310
Leinöl	600	252,4	321
Quecksilber n. Dalton	666	281,6	352,2

Im möglichst leeren Raume ist nach Robisons Vers. (Blacke a. a. O.) der Siedepunct der Flüssigkeiten bei einer Temperatur gegeben, die 145° F. niedriger ist, als unter obigem Luftdrucke; der des Wassers bei 67° F. (oder 15,55° R. oder 19,44° C.), des Alkohols bei 34° F. (oder 0,88° R. od. 1,11° C.). Da die Tropfbarkeit der Flüssigkeiten aber nicht bloſs durch den atmosphärischen Luftdruck statt findet, sondern zum Theil Erfolg der eigenen Cohäsion und der Erdschwere ist (vergl. II. u. III. Cap.), so dürfte die Erde bei plötzlicher Wegnahme des Luftdruckes, wahrscheinlich keineswegs von aller tropfbaren Flüssigkeit durch Verdampfung befreiet werden. Erwärmung des Wassers im Wasserhammer. — Dagegen sieden jene Flüssigkeiten bei höheren Temperaturen, wenn der äussere Druck zunimmt; z. B. das Wasser im Papinianischen Digestor (S. 339) nach Muschenbroek bei einer Hitze, bei welcher Bleidräthe schmelzen, d. i. bei 540° F. — Ueber die Erhitzung in hermetisch versiegelten Gefässen; vergl. S. 340.

6) Mehrere Substanzen verändern wenn sie im Wasser gelöst werden, den Siedepunct desselben (bei übrigens gleichem Luftdrucke) sehr auffallend, z. B. die meisten Salze, Säuren, Oele, Harze, Kampher, Balsame, Honig und Schleime erhöhen ihn, während er durch Zusatz fein zertheilter Metalle, des Schwefels, der Metalloxyde, Erze, Steine, Glas, erdiger Salze, gesättigter Lösung des Bittersalzes, Boraxes, Alauns etc. erniedrigt und durch nachfolgende Beimischungen gar nicht geändert wird: Merkur, schwefelsaures Kupfer, weisses Colophonium, Sandarak und Drachenblut.

7) Um in Dampf überzugehen, erfordert das Wasser

bei	28″	Barom.	Höhe	212° F.	80° R.
—	26	—	—	208,45	78,44
—	25	—	—	206,60	77,61
—	10,500	—	—	167	60
—	1,856	—	—	99,50	30
—	0,309	—	—	54,50	10
—	0	—	—	0	32

8) Dem Vorhergehenden gemäſs wird das Sieden auf Bergen bei schwächerer Erhitzung erfolgen müssen als in Thälern; die Beob. eines de Luc (auf einer Reise über den Mont Cenis im J. 1762 und auf den Gebirgen in Faucignu 1765.), Lemonnier (auf dem Gipfel des Lanigou in den Pyrenäen, wo das Barometer nur 20″ 2,5‴ stand, und der Siedepunct des Wassers bei 71° R. gegeben war) Secondat de Montesquieux (auf dem Pic de Midi, wo das Wasses bei 72° R. zum sieden kam), bestätigen jene Folgerung vollkommen, und nach de Luc bringt jede Verminderung des Barometerstandes um 1 Linie, den Siedepunct des Wassers um $\frac{10}{63}$ F'sche Grade, und die von 28 zu 27 Zoll, um 1,9 F'sche Grade herab. Gren (in dessen N. Journ. d. Phys. I. 144. ff.) stellte mehrere Vers. über den Siedepunct des Wassers in einer mit der Guerikeschen Leere verbundene Glocke an, und erhielt unter anderen folgende Resultate; bei 14″ 6,5‴ Barom. Höhe war der Siedepunct bei 67° R.; bei 8″ B. H. — 56—57° R.; bei 7″ B. H. 54° R.; bei 6″ 1‴ B. H. — 51,5° R.; bei 5″ 5‴ B. H. 42° R.; bei 1″ 6‴ — 29,5° R. Es kommen diese Beobachtungsresultate ziemlich genau mit denen von Betancourt, Schmid u. a. erhaltenen Resultaten über die absoluten Elasticitäten der Wasserdämpfe bei be-

stimmten Temperaturen überein, und lassen daher die Folgerung zu, daſs die absolute Elasticität der Wasserdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmaligen Barometerstande, welcher beim Sieden des Wassers gegeben ist proportional sey.

9) Hieraus sowohl als aus dem in obigen 165 §. ausgesprochenem Gesetze folgt ferner, daſs wenn die Temperatur grösser ist, als zur Bildung des Dampfes erfordert wird, so übt der Dampf auch einen verhältniſsmässig grösseren Druck als die Luft aus, und steht daher mit einer Quecksilbersäule im Gleichgewichte, die höher als 18″ ist. Ist dagegen die Temperatur geringer als zur Dampfbildung in freier Luft erfordert wird, so übt der Dampf einen verhältniſsmässig geringeren Druck aus, und steht mit einer Quecksilbersäule im Gleichgewicht, die unter 28″ Höhe hat. de Lucs, Betancourts, Schmidts, Gay-Lussacs, Daltons u. a. Versuche haben diese Folgerungen bestätigt, und man ist durch diese Versuche in den Stand gesetzt, bei bekannter Temperatur die Stärke der Dämpfe zu bestimmen. v. Gerstenberg hat neuerlichst (Neumanns Lehrb. d. Chem. I. 395. ff.) zwei Formeln für den Wasser- und Weingeistdampf zur Berechnung ihrer Stärke aufgefunden, die mehr als andere früher bekannte z. B. die eines Prony u. a. mit den Erfahrungen übereinstimmen, und daher jenen vorgezogen zu werden verdienen; a) für die Elasticität des Wasserdampfs bei jeder Temperatur ist die der Barometerhöhe $H = \frac{7}{16} \cdot \frac{t}{20} \cdot 2^{\frac{t}{20}}$, wenn $t =$ der Temperatur des Dampfes gesetzt wird; b) für die Elasticität des Weingeistdampfes ist die Barometerhöhe $H = 1 . \frac{t}{20} . 2^{\frac{t}{20}} - 0{,}5$; wovon fast un-

beschadet der Genauigkeit — 0,5 weggelassen werden kann. Zugleich ergiebt sich aus den oben erwähnten Beob. und aus denen Berechnungen gedachter Formeln, daſs bei gleichen Temperaturen die Elasticität des Wasserdampfs sich zu der des Weingeistdampfes verhält wie 7 : 16. Endlich folgt aus allen hieher gehörenden Erfahrungen, daſs die elastischen Flüssigkeiten nur dann fähig werden, eine höhere Temperatur anzunehmen, wenn die Compression ihrer Ausdehnung wiedersteht, und daſs die Compression die Zunahme der Temperatur aller elastischen Flüssigkeiten nur darum gestattet, weil sie sich ihrer Ausdehnung widersetzt; vergl. Neumann a. a. O. 405. Was für die expansiblen Flüssigkeiten rücksichtlich ihrer Erhitzungsfähigkeit die Compression ist, das ist bei den festen Substanzen die Cohärenz, die jedoch je nachdem sie in den einzelnen Körpern verschieden ist, auch verschiedene Erhitzungsfähigkeit begründet, während die Compression für alle expans. Flüssigkeiten dieselbe ist, und ihre Wirkungen durchgängig nicht nur ihrer Stärke proportional, sondern auch gleichförmig sind. Höhere Temperatur geht also stets dort hervor, wo die Wärme gehindert wird eine ihrer Intensität angemessene Ausdehnung zu bewirken; vergl. a. a. O. und oben A).

10) Die in nachstehender Tabelle angegebenen Siedepuncte des Wassers (die wenigstens bei Verfertigung correspondirender Thermometer hinlängliche Genauigkeit gewähren), sind nach der obigen v. Gerstenbergschen Formel (a) für bekannte Barometerhöhen berechnet; vergl. Neumann a. a. O. 386. ff.

Das Wasser siedet bei:

Barometerhöhe nach Pariser		Thermometergrade nach	
Zoll	Linien	Reaumur	Fahrenheit
28	3	80,188	212,42
28	2	80,125	212,28
28	1	80,063	212,12
28	—	80	212
27	11	79,94	211,84
27	10	79,87	211,71
27	9	79,81	211,57
27	8	79,75	211,44
27	7	79,68	211,28
27	6	79,62	211,14
27	5	79,55	211
27	4	79,49	210,84
27	3	79,42	210,68
27	2	79,36	210,56
27	1	79,30	210,42
27	—	79,23	210,27
26	11	79,17	210,13
26	10	79,10	210
26	9	79,03	209,82
26	8	78,97	209,68
26	7	78,90	209,54
26	6	78,84	209,39
26	5	78,77	209,23
26	4	78,70	209,07
26	3	78,64	208,92
26		78,43	208,46

11) Vergl. Jo. Henr. Ziegler de digestore Papini. Basil. 1769. 4. de Betancourt Mém. sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de esprit de vin. Paris 1792. 4. G. G. Schmidt in Grens Journ. d. Phys. IV. 3. S. 259. L. Bicker u. H. W. Rouppe's Dampfmesser; in Gilberts Ann. X. 257. Ciarcy's Dampfbarometer Grens Journ. a. a. O. 278. Edelkranzs vereinigt. Sicherungs- und Vacuumsventil des Pap. Topfes; Gilberts Ann. XXII. 124.

§. 166.

Je höher die Temperatur ist, bei der eine tropfbare Flüssigkeit anfängt zu sieden, um so geringer ist diejenige Ausdehnung, welche sie durch einen bestimmten Zusatz zu ihrer bereits vorhandenenen Temperatur erleidet, und umgekehrt; und die Ausdehnung jeder tropfbaren Flüssigkeit, durch gleiche Vermehrung ihrer Temperatur, nimmt um so mehr zu, je mehr sich ihre Temperatur demjenigen Grade nähert, bei dem die Flüssigkeit zu sieden anfängt. Die Versuche eines Neuton, Blagden, Gilpin, Thomson und de Luc bestätigen dieses vollkommen.

1) Nachstehende Tabelle liefert den Beweis des lezteren Gesetzes:

Thermometerstand	Quecksilber nach De Luc	Schwefelsäure nach Thomson	Wasser nach Blagden	Leinöl nach Neuton	Alkohol nach Gilpin
32° F.	100000	— —	— —	100000	100000
40	100081	99752	— —	— —	100539
50	100183	100000	100023	— —	101105
60	100304	100279	100091	— —	101688
70	100406	100558	100197	— —	102281
80	100508	100806	100332	— —	102890
90	100610	101054	100694	— —	103517
100	100712	101317	100908	102760	104162
110	100813	101540	— —	— —	— —
120	100195	101834	101404	— —	— —
130	101017	102097	— —	— —	— —
140	101119	102320	— —	— —	— —
150	101220	102614	102017	— —	— —
160	101322	102893	— —	— —	— —
170	101424	103116	— —	— —	— —
180	101526	103339	— —	— —	— —
190	101628	103587	103617	— —	— —
200	101730	103911	—	— —	— —
212	101835	— —	104577	107250	— —

Schmidts hieher gehörende Vers.; in Grens Journ. I. 216. de Luc, Roy u. Hallström über die Ausdehnung des Quecksilbers; Gilberts Ann. XVII. 107.

2) Dalton (Gilberts Annal. XV.) brachte tropfbares Wasser in die Toricell. Leere, d. i. in einen veränderlichen aber gesperrten leeren Raum, und setzte es hierin verschiedenen Temperaturen aus; bei jeder Temperatur bildete sich unsichtbarer Wasserdampf, dessen Expansivkraft mit seiner Menge zunahm, bis sie ein gewisses für diese Temperatur unveränderliches Maximum erreichte. Vergl. oben S. 895. Dalton suchte dieses Maximum für jeden Thermometergrad zu bestimmen; und entwarf eine auf die Resultate dieser Versuche begründete Tabelle. Als Gesetz dieser Tafel scheint schon jetzt (bei noch obwaltenden Mangel an Genauigkeit der einzelnen Bestimmungen, die nur durch häufige Wiederholung jener Versuche möglich wird) hervorzugehen, dafs, bei gleichförmig wachsender Temperatur, das Maximum der Expansivkräfte ohngefähr in einer geometrischen Reihe wachse. Die Abweichung hiervon in D's Tabelle darf wie Fischer wohl mit Recht vermuthet, als Fehler unserer Quecksilberthermometer angesehen werden, da eigentlich alle Beob. der Art mit genauen Luftthermometern angestellt werden sollten. Vergl. Fischers Kritik. S. 9. ff. 24. ff. u, Soldner in Gilberts Annal. XVII. u. XXV. Nachstehender Auszug der Daltonschen Tabelle, den Fischer (a. a. O. 11.) entwarf, möge dazu dienen obige Resultate anschaulicher zu machen. Die erste Columne enthält Temperaturen der R'schen Skale, unter der Voraussetzung, dafs der Siedepunct bei 30 engl. (oder 28 par.) Z. Barometerhöhe bestimmt

sey. Die zweite Columne enthält Verhältnifszahlen der Temperatur nach dem Luftthermometer. Nach Gay-Lussac dehnt sich ein Luftquantum von der Eiskälte bis zum Siedepunct im Verhältnifs 8 : 11 aus. Nimmt man nun an, dafs Merkur und Luft gleichen Gang beobachten, so könnte man den Fundamentalabstand in 30 Theile theilen, bei dem Frostpuncte 80 und beim Siedepuncte 110 schreiben. Die dritte Columne enthält das Maximum der Expansivkraft des Dunstes bei jeder Temperatur nach engl. Zollen Barom. Höhe angegeben und unmittelbar aus Daltons Tabelle entnommen. Die vierte Columne enthält den Exponenten jeder zwei in diesem Auszug unmittelbar auf einander folgenden Expansivkräfte nur bis zu Hunderteln berechnet.

Temper. nach d. 80theilchen Skale.	Temper. nach dem Luftthermometer.	Expansivkräfte nach engl. Zollen.	Exponenten jeder zwei Expansivkräfte.
0°	80	0,200	1,87
8	83	0,375	1,80
16	86	0,676	1,79
24	89	1,21	1,74
32	92	2,11	1,66
40	95	3,50	1,64
48	98	5,74	1,57
56	101	9,02	1,54
64	104	13,92	1,49
72	107	20,77	1,44
80	110	30,00	

Wird mithin eine Luftmasse, bei gleichbleibender Temperatur, geprefst, so nimmt nach dem Mariotischen Gesetz ihre Dichtigkeit in gleichem Verhältnisse mit dem Drucke zu. Würde die Temperatur einer Luftmasse bei gleichbleibendem Drucke geändert, so ändert sich ihr Volumen in geradem Verhältnifs mit den Graden des Luftthermometers, also ihre

Dichtigkeit verkehrt in eben dem Verhältniſs. Ist sie hingegen gesperrt, daſs sich ihr Volumen und also auch ihre Dichtigkeit nicht ändern kann, so ändert sich ihre Expansivkraft in eben dem Verhältniſs. Bei den Dämpfen sind diese Gesetze durch das Maximum der Ausdehnsamkeit, dessen sie bei einer bestimmten Temperatur fähig sind, beschränkt. Fischer a. a. O. 12. und dessen Lehrb. der mechanischen Naturl Berlin 1805. XXX. Cap. §. 4. Aufschwellen mit Luft gefüllter Blasen durch Erhitzung. Die Einrichtung des Luftthermometers, des Heronsballs, der Feuerfontaine. Wird Wasserdampf in eine mit ihm gleich heisse Umgebung gelassen und zusammengedrückt; so wird ein Theil des Dampfes liquide, und die Temperatur steigt bedeutend. Volta u. Scopoli in Crells N. Entdeck. XL. 47.

3) Mit der Ausdehnung durch die Wärme ändert sich nothwendig auch das specif. Gewicht der Körper; vergl. Cap. II. dies Grundr. Unter gleichen Umständen werden durch die Wärme expansibelflüssige Körper beträchtlicher als tropfbare, und diese mehr als feste Körper ausgedehnt. 100 Cub. Zoll Luft, von 32° F. bis 212° erhitzt, nehmen ein Volumen von 137,5 C. Z. ein; 100 C. Z. Wasser unter gleichen Umständen ein Volumen von 104,5; und 100 C. Z. Eisen; von 100,1. Die Ausdehnung des Wassers ist also um 45 mal grösser als die des Eisens, und die der Luft um 8 mal grösser als die des Wassers, und um 375 mal grösser als die des Eisens. Hohle Glasküg elchen die im kalten Weingeiste schwimmen, sinken im heissen unter. Ueber die Gewalt eingeschlossener und erhitzter Luft oder Dämpfe vergl. S. 339 u. Fr. Baader: Versuch einer Theorie der Spreng-

arbeit, nebst einem Vorschlag zur Verbesserung der Kunstsätze. Freiberg u. Annaberg 1792. 8. — Ueber die Methode: Gefässe mit enger Mündung (durch Erhitzung) mit tropfbaren Flüssigkeiten zu füllen. — Nach Robins dehnt sich atmosphärische Luft, die beim Eispunct einen C. Z. Raum einnimmt, bei der Weifsglühhitze des Eisens auf vier C. Z. aus. R's neue Grundsätze der Artillerie übers. von Euler. Berlin 1745. 8. — Die Wirkung der Knallkügelchen. — Ueber die Ausdehnung verschiedener Luftarten vergl. Priestley's Vers. u. Beob. über verschiedene Gattungen der Luft. III. 322. Prieur du Vernois Vers. beschrieben von de Morveau; aus d. Franz. übers. in Grens Journ. d. Phys. I. 399. G. G. Schmidt in Grens N. Journ. d. Phys. IV 370. — Ueber Dunstbläschen-Entstehung vergl. §. 89. ff. u. C. G. Kratzenstein von dem Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1744. 8. de Saussure's Hygrometrie. Leipz. 1784. 8. §. 198. ff. Hildebrandt, der die Bildung dieser Sphäroiden für die Wirkung electrische Polarität hält; dessen Naturlehre § 784. S. 607. Ein tropfbarer Körper ist um so flüssiger, je wärmer er ist. Gerstner in Gilberts Ann. V. 160.

4) Gleichzeitig mit Dalton, jedoch mittelst eines zusammengesetzteren und genauere Resultate gewährenden Apparats, entdeckte Gay-Lussac jenes wichtige Gesetz, dafs alle Luftarten und Dämpfe, sofern diese keine Zustandsänderung erleiden, durch gleiche Temperaturveränderungen bei gleichbleibendem Drucke im gleichem Verhältnifs ihr Volumen ändern, oder bei gleichbleibendem Volumen, im

gleichen Verhältnifs ihre Expansivkraft ändern. Der Grund warum andere Naturforscher z. B SCHMIDT (vergl. oben) fanden, dafs die Gase und Dämpfe durch gleiche Wärmegrade ungleich ausgedehnt würden, mufs darin gesucht werden, dafs die Gase womit jene Physiker operirten, nicht wasserfrei waren. Jenes Gesetz ist um so wichtiger, da es in den Stand setzt, in der Ausdehnung einer permanenten, völlig trocknen Luftmasse, ein einzig richtiges Maafs der Wärme zu erhalten; indem die Ausdehnung der Gase lediglich eine Wirkung der Wärme und keineswegs von ihren specifischen Qualitäten abhängig ist. FISCHER a. a. O. 22.

5) Nach GAY-LUSSACS Vers. beträgt die Ausdehnung der Lufs für jeden Grad der F'schen Skale zwischen dem Eis- und Siedepunct des Wassers 0,00208 oder $\frac{1}{480}$ (nach DALTON $\frac{1}{481}$) Theile, die Resultate hieher gehörender Berechnungen und Versuche hat GAY-LUSSAC in einer Tabelle zusammengestellt (GILBERTS Annal. XII. 396), der zufolge das Volum der Luft bei 32° F. zu 100000 gesetzt, bei 212° F. = 137440 iss. G. L. hat jedoch bei diesen Angaben auf die Ausdehnung des Glases der Gefässe nicht Rücksicht genommen; sein Resultat ist daher zu klein, und in allen seinen Versuchen haben sich die elast. Flüssigkeiten wirklich stärker ausgedehnt. Nach GILBERTS Berechnung ist deswegen das von G. L. gefundene Resultat, um 0,0052 Theile zu erhöhen, so dafs die Grösse der Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedepunct des Wassers jetzt auf 0,375 + 0,0052 oder 0,3802 Theile angenommen werden mufs.

6) Nicht minder wichtig als obiges Gesetz, ist das Resultat verschiedener von DALTON über die Ver-

dampfung angestellter Versuche. Er fand, dafs die (Wasser-) Verdampfung in atmosphärischer, in Sauerstoff-, Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlensaurer Luft mit derselben Stärke vor sich gehe, als im luftleeren Raume. Nur das kohlensaure Gas gewährte einige vom Wassergehalte herrührende Abweichungen. Gilberts Annal. a. a. O. Auch vergl. man de Lucs Theorie der Ausdünstung, in dessen Ideen üb. d. Meteorologie. Uebers. Berlin 1787. 8. — Bei übrigens gleichen Umständen erfolgt die Verdampfung im Sonnenlichte besser als im Schatten; im electrisirten Zustande bei leitender Umgebung besser, als im nicht electrisirten. Das Licht befördert die Verdampfung wahrscheinlich durch Erregung positiver Electricität.

7) Eine sehr merkwürdige Ausnahme von dem allg. Gesetz der Ausdehnung durch die Wärme macht das Wasser; es hat nämlich als Tropfbares ein Maximum der Dichte, welches nach Dalton und Tralles (Gilberts Annal. XIII. 293) mit 42;5° F. oder 4,7° R. eintritt, so dafs ein Wasserthermometer nicht tiefer zu fallen vermag. Aendert man seine Temperatur über oder unter diesem Grade ab, so wird es wieder ausgedehnt, und zwar im lezteren Falle für jeden Grad unter 42.5° F. um soviel, dafs nach D. bei 32° F. die gesammte Wiederausdehnung $\frac{1}{160}$ derjenigen Dilatation beträgt, welche Statt hat, wenn es von 42,5° F. bis 212° erhitzt. Bei 32° und 53° F. ist die Ausdehnung genau gleich. Bei Salzlösungen will man etwas ähnliches beobachtet haben, jedoch ist es hier sehr schwer zu bestimmen, ob die Condensation auf Rechnung eines eintretenden Maximums oder beginnender Krystallisation vor sich geht. Bei anderen

Flüssigkeiten hat man zur Zeit nichts dergleichen wahrgenommen. Es scheint eine unter 42,5° F. beginnende Luftentwickelung, welche dem Gefrieren voran geht, der Grund jenes Maximums in der Verdichtung und darauf folgender Ausdehnung zu seyn. Vergl. meine Beitr. II. 103. die Note. ff. Die Verdichtung beim Erkalten von 212°—189½° F. verhält sich zu der beim Erkalten von 54,5°—32° F.

beim Olivenöl wie - - - - - - - - -	1,14	zu	1
beim Alkohol wie - - - - - - - - -	1,29	—	1
bei gesättigter wässriger Meersalzlösung	1,38	—	1
beim reinen Wasser wie - - - - - -	90	—	1.

Neuerlichst behauptet DALTON das jenes Maximum der Condensation des Wassers bei 32° F. eintrete; GILBERTS Ann. XX. 392. XXI. 458. Vergl. auch DE LUC üb. d. Atmosphäre. I. §. 419. d. e. Gr. v. RUMFORDS Bemerk. in GILGERTS Annal. I. 346. XX. 369. G. G. HALLSTROEM resp. PALANDER diss. de methodis inveniendi dilatationes liquidorum a calorico. Aboae 1801. u. GILBERTS Ann. XIV. 297.

§. 167.

In der Regel werden die Körper durch Temperaturverminderung verdichtet, und häufig ändern sie dabei ihren Zustand, indem sie von dem dampfförmigen in den tropfbaren, und von dem tropfbaren in den festen, oder auch unmittelbar aus dem dampfförmigen in den festen Zustand übergehen. Vergl. Cap. VII. u. ob. S. 868. Indeſs ist die Zahl derjenigen Körper, welche, indem sie aus dem liquiden in den festen Zu-

stand übergehen, sich ausdehnen nicht unbedeutend; und es scheinen hieher alle Körper zu gehören, welche wie das Wasser bei der Erstarrung eine prismatische Krystallgestalt und ein geringeres specifisches Gewicht annehmen; dagegen diejenigen, welche beim Erstarren keine regelmässige Anordnung der Aggregativtheile zeigen, sondern mehr oder weniger continuirlich zusammenhangende Massen bilden, und deren Festwerden daher allmälig eintritt, sich zusammenziehen.

1) Zu denen bei der Erstarrung sich ausdehnenden Körpern gehören unter andern das Wasser (Zersprengung gläserner Flaschen, steinerner Cisternen, eiserner Bomben etc. durch gefrierendes Wasser, Williams Vers. üb. d. ausdehnende Kraft des gefrierenden Wassers; aus den Transact. of the royal soc of Edinburgh II. p. 23 übers. in Grens Journ. d. Phys. VII. 280.), das Gusseisen, Zink, Spiessglas, Wismuth, der Schwefel etc., welche sich daher sämmtlich sehr gut in Formen ausgiessen. Nach Thomson ist die Ausdehnung des erstarrenden Wassers, weit grösser als die, welche es erleidet wenn es von 0° R. bis zu 80° R. erhitzt wird, weil das spec. Gewicht des Eises nach T. 0,02 ist. Zu denen bei der Erstarrung sich allmälig verdichtenden Körpern gehören unter vielen andern: Oele, Honig, Wachs, Glas und einige Metalle, z. B. das Merkur und Blei.

2) Entstehendes und schmelzendes Eis, hat die die Temperatur von 0° R. oder 32° F., welche daher der Gefrierpunct genannt wird; bereits entstande-

nes Eis kann übrigens noch weit tiefer erkaltet werden. Memoire sur la glace par Mr. DE MAIRAN. Paris 1749. übers. Leipzig 1752. 8. Entbindung der Kohlensäure beim Gefrieren des Brunenwassers; des Stickgases in Verbindung mit etwas brennbarem Gase, nach PRIESTLEY's und eigenen Beob. (vergl. meine Beitr. a. a. O.) Eisschichten über Flüsse und Seen, wolche grosse Lasten tragen. Lockere und allmälig derber werdende Eismassen. Eispallast und Eiskanonen zu Petersburg. Verdunstung des Eises durch Anziehung überliegender Luft; GAUTERON (Mem. de l'acad. de Paris. 1709. 415.) beob., daſs eine Unze Eis binnen 24 Stunden 100 Gran, und MAIRAN (in seiner angef. Schr. S. 240), daſs ein Stück Eis in derselben Zeit $\frac{1}{5}$ seines Gewichts verlor. — Mem. sur l'elevation et la suspension de l'eau dans l'air par Mr. LE ROI, in den Mem. de l'acad. de Paris. 1751. 481. DE SAUSSURE's Hygrometrie. §. 181. ff. 234. ff. DE LUC Metereolog. §. 1. ff. u. GRENS Journ. d. Phys. VI. 121. VIII. 141. 293. M. HUBE üb. die Ausdünstung und ihre Wirk. in der Atmosphäre. Leipz. 1790. 8. DELAMETHERIE üb. die Wärme, das Schmelzen und die Verdunstung; in GRENS Journ. II. 402.

3) Auf Erstarrung der Dämpfe und Dünste gründet sich die Operation des Destillirens und Sublimirens; auf die Erstarrung des Liquiden die des Krystallisirens in der Chemie; vergl. Cap. VII. WILKENS u. C. BERRETRAYS Luftpumpen durch Wasserdünste; in den schwed. Abh. 1769. B. XXI. S 31. ff. u. GRENS Journ. d. Phys. VI. 86. ff. Die Dampfmaschine: GRENS Journ. d. Phys. I 2. 144. u. ARTHUR WOOLF in GILBERTS Ann. XXI. 456.

4) Scheinbare Volumverminderung durch das Schwinden (z. B. des Thons vergl. S. 854), Zusammensintern.

§. 168.

Rücksichtlich der Zustandsänderung durch Erhitzung unterscheidet man: A) unschmelzbare (Corpora refractoria: reine Erden, Demant, Kohle, und B) schmelzbare, (C. fusilia: a) leichtflüssige; Blei, Zinn, Wismuth, b) strengflüssige; Kupfer, Gold, Platin, Eisen, Titan); C) feuerbeständige (C. fixa, welche nie oder nur bei hohen Temperaturen dampfförmig werden; Erden, Kali, Natron, Gold) und D) flüchtige (C. volatilia, welche schon bei geringer Wärme in Dampf übergehen; ätherische Oele, Kampfer, Aether, Alkohol, Ammoniak, Salzsäure, Flufssäure, wässeriges Osmiumoxyd, Arsenik und arsenigte Säure).

1) Verschiedene Stoffe befördern die Schmelzung anderer, indem sie mit ihnen gemischt, oder oftmals indem sie damit gemengt und und dann erhitzt werden, und werden daher Flüsse (Fluores) genannt. Gewöhnlich schmilzt der Fluſs zuerst, öfters aber (z. B. bei Kalk und Thon) schmelzen die gemengten Stoffe in einer Temperatur, in der sie jeder für sich nicht zum Flusse kommen. Wasser ist ein Fluſs für Salze, Fluſsspath für Kalk und dadurch mittelbar für Erden; Kali für Kieselerde, Borax für alle Erden. Blei, Zinn, für Kupfer, Silber etc, Gyps für Porzellanmasse; Merkur für alle amalgamirten

Metalle; Alkohol für Eis im gewöhnlichen Branntwein. Baume's schneller Fluſs aus 3 Theilen trocknem Salpeter, 2 Theile trocknen Schwefelblumen und 2 Theile Sägesphäne oder $\frac{1}{10}$ Harz, um eine kleine Silbermünze in einer Nuſsschale zu schmelzen. Umgekehrt wird durch strengflüssigere Stoffe die Leichtflüssigkeit anderer vermindert; z. B. Krystalleis durch Salze; Blei durch beigemischtes Kupfer. Enthält ein Gemisch Stoffe von verschiedener Schmelzbarkeit, und wird es einer Wärme ausgesetzt, die hinreicht den leichtflüssigeren (falls er allein wäre) zu schmelzen, so schmilzt entweder der leichtflüssigere Stoff heraus, während der strengflüssigere fest bleibt (Saigerung des Bleies und Silbers aus dem Schwarzkupfer); oder das Ganze schmilzt, indem der eine Stoff dem anderen zum Flusse dient (Schmelzung verschiedeuer Salze im eigenen Krystallwasser); oder endlich es bleibt das Ganze fest, indem der eine dem andern am Schmelzen hindert (das Krystalleis mehrerer Fossilien und Salze, welche eine geringe Menge davon enthalten, während sie über die Siedhitze des Wassers erwärmt werden). Erhöhung und Druck: z. B. des gepulverten kohlensauren Kalks zu einer marmorartigen Masse; James Hall in Gehlens N. Allg. Journ. d. Chem. V. 287. Erhöhte Schmelzbarkeit durch chemische Mischung: das Schnelloth der Klempner ist leichtflüssiger als Zinn und Blei; Rose's Metallgemisch aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Blei und 1 Theil Zinn, wird schon im siedendem Wasser flüssig (wird aber durch öfteres Schmelzen strengflüssiger, wahrscheinlich indem es sich oxydirt), vergl. V. Rose's d. ält. Abhdl. im Stralsund. Magaz. II. 24. — Einige feste und strengflüssige Stoffe, na-

mentlich Platin und Stabeisen, werden vor dem Schmelzen weich, und können dann durch heftigen Druck uud Hammerschlag zu einer Masse vereinigt werden, welches man das Schweissen nennt.

2) Die Schmelzbarkeit steht weder durchaus mit der Härte, noch mit der Flüchtigkeit noch mit der Cohärenz, noch mit der Dichtigkeit der Stoffe im Verhältniſs. Jedoch läſst sich im Allgemeinen behaupten, daſs die cohärenten Stoffe die strengflüssigern sind. Wohl aber steht die Temperaturerhöhung fester Körper durchgängig im umgekehrten Verhältnisse ihrer Schmelzbarkeit. Der höchste Temperaturgrad, welcher an festen Körpern ohne eintretende Schmelzung beobachtet wurde, ist der eines Thonwürfels, welchen Wedgewood bis auf 160° W. (= 21851° F.) erhitzte; vergl. 856.

3) Schmelzgrade und anderweitig merkwürdige Hitzgrade fester Körper; vergl. Neumann a. a. O. 374. ff.

	Fahrh.	Reaum.	Centes.	Wdgw.
Eis	32°	0°	0°	
Baumöl	36	1,17	2,22	
Kalimetalloid	77	20	25	
Talg	92	26,66	35,33	
Phosphor	100	30,32	37,77	
Fettwachs	133	44,88	56,11	
Wachs, rohes	142	48,88	61,11	
— — gebleichtes	155	54,66	68,63	
Schwefel	234	89,77	112,22	
Zinn	392	160	200	
Wismuth	493	205	256,25	
Blei	594	250	312,50	
Tellur	594	250	312,50	
Zink	723	296	370	
Spieſsglas	776	345	431,25	
Emaille Farben	1780	778	972	6
Mössing	3737	1647	2058	21

	Fahrh.	Reaum.	Centes	Wgdw.
Silber	3997	1762	2203	23
Kupfer	4519	1994	2492	27
Setzhitze des Glasofens (verminderte Hitze nach völliger Schmelzung, wobei aber doch die Masse im Fluſs bleibt)	4779	2110	2637	29
Feines Gold	5170	2284	2855	32
Auswirkende Hitze d. Glasofens (etwas verstärkte Hitze, um das Glas nachher zu verarbeiten)	8328	3733	4665	57
Flintglas	10123	4485	5606	70
Milchfarbenes Steingut, (Queens ware)	12207	5411	6764	86
Schweiſshitze des Eisens	12729	5643	7054	90
oder	13383	5933	7415	95
Steingut, oder Pot de Gre's	14299	6338	7923	102
Derby Porzellän	15596	6917	8646	112
Flintglasofen in stärkster Hitze	15856	7033	8791	114
Thon und Kalk zu gleichen Theilen	17029	7554	9443	123
Spiegelglas in stärkster Hitze	17161	7612	9516	124
Eisenschmied in gröſster Hitze	17299	7670	9588	125
Guſseisen, so wie auch Kobalt	17941	7960	9950	130
Nickel, so wie auch Hessische Schmelztiegel	20548	9118	11398	150
Geschmiedetes Eisen	21591	9581	11977	158
Gröſste Hitze in einem Windofen von 8 Quadratzollen, so wie auch Porzellänofenhitze	21851	9697†	12122†	160†
Mangan, so wie auch Platina nach GUYTON	-	——	— —	——
Platina nach WEDGEWOOD	23154	10276	12849	170
Zusammensintern d. chines. Porzellän, vergl. ob.	32276,8	14331	17914	240

§. 168.

Bisherigen Erfahrungen gemäſs, dehnen sich feste Körper bei gleicher Temperaturerhöhung so gleichförmig aus, daſs Abweichungen von der vollkommenen Gleichförmigkeit nicht merklich werden; die Ausdehnung selbst ist indeſs in der Regel so geringe, daſs man sich eines Mikrometers bedienen muſs, um die (wie es scheint, durchaus von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Stoffe abhängige) Volumsvergrösserung derselben zu messen.

1) Um diese Ausdehnung merkbarer zu machen, bedient man sich einer von John Ellicott (descr. and manner of using an instrument for measuring the degrees of the expansion of metals by heat — in den Phil. Transact. N. 443. p. 297) angegebenen Vorrichtung. Aehnliche Vers. haben Bouguer (Mém. de l'acad. roy. des sc. 1745. S. 230), Smeaton (Phil. Transact. Vol. XLVIII. P. II. 1754. N. 79.), Herbert (de igne. Vienn. 1773. 8.) u. a. angestellt. Lamberts Pyrometrie, 119.

2) Das Volum der Körper, beim Eispuncte = 100000 gesetzt, wurde durch Erwärmung von 32° F. bis 212° F. vergrössert um

bei Glas - - - - - - -	1,00083	Smeaton
— Gold - - - - - - -	1,00094	Bouguer
— Platina - - - - - -	1,00104	Borda
— Stahl - - - - - - -	1,00122	Smeaton
— Eisen - - - - - - -	1,00125	— —
— Spieſsglas - - - - -	1,00130	— —
— Wismuth - - - - - -	1,00167	— —

bei Kupfer - - - - - -	1,00170	Smeaton
— Silber - - - - - - -	1,00189	Herbert
— Mössing - - - - - -	1,00193	Smeaton
— Zinn - - - - - - -	1,00248	— —
— Blei - - - - - - -	1,00286	— —
— Zink - - - - - - -	1,00335	— —
— — gehämmertes - -	1,00373	— —

(Anwendung auf die rostförmigen Pendel, vergl. S. 197 dies. Grundr.)

Stabeisen bis zur Siedhitze - - -	1,01,500
Gufseisen - - - - - - - - - -	1,02,571
Stahl - - - - - - - - - - -	1,03,428.

3) Bei den Untersuchungen über die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, ist die Kenntnifs der Ausdehnung des (bei Bestimmungen der Art häufig mit in den Versuch gerathenden) Glases durch die Wärme wichtig; de Luc hat daher diesen Gegenstand einer sehr genauen Untersuchung unterworfen, der zufolge das Volum des Glases (bei 32° F. = 100000 gesetzt) vermehrt wird, wie nachstehende Tabelle ausweifst.

50° F.	—	1,00006
70	—	1,00014
100	—	1,00023
120	—	1,00033
150	—	1,00044
167	—	1,00056
190	—	1,00069
212	—	1,00083.

Ueber die raumverändernden Wirkungen der Kälte, vergl. 868. ff. u. §. 161.

D) *Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Mischung und auf die organischen Verhältnisse der Körper.*

§. 169.

Sowohl durch Erhöhung als auch durch Erniedrigung der Temperatur, werden bestehende Körperganze sehr häufig wesentlich verändert; bei blossen Mischungen (durch Stoffvereinigung erzeugte unorganische Körperganze) reduciren sich diese Veränderungen auf totale oder partielle Zerlegungen, die oftmals von neuen Einungen begleitet sind; bei organisch-lebenden Körpern hingegen, treffen sie ausserdem noch das bestimmte Moment der organischen Einheit oder Beseelung (679), theils indem sie es bloſs modificiren, oder indem sie es vollkommen vernichten, und so den Tod der Organismen nach sich ziehen.

1) Scheidungen flüssiger Mischungen und Lösungen durch Erkalten, indem sich einzelne Mischungen oder Bestandtheile heraus krystallisiren. Verflüchtigung einzelner Bestandtheile, vergl oben u. Cap. VII. Scheidung des Sauerstoffs aus Metalloxyden, hyperoxydirtsalzsauren und salpetersauren Salzen etc. durch Erhitzung. Destillation der Schwefelkiese; Röstung etc. vergl. a. a. O. Reduction der Metalloxyde mittelst Kohlenzuschlag, wobei Kohlensäure erzeugt wird. Entstehung der meisten Gase. — Durch Erhitzung entweichen zuerst aus einem Gemische diejenigen Stoffe, welche die geringste chemische Anziehung und (für

sich erhitzt) die gröſste Flüchtigkeit besitzen. Erhitzung der Krystalleis enthaltenden Salze. Reduction des Hornsilbers durch blosse Erhitzung (nach Art der Reduction und Oxydation dieses Präparats durch Einwirkung des gefärbten Lichtes; vergl. 838) nach Scopoli, Vasalli (v. Crells chem. Ann. 1795. II. 88 92. 150. etc.) und Scheele (dessen sämmtl. Schr. I. 144.). Oxydation des Wassers durch Umwandelung desselben in Eis, und Hydrogenation desselben durch Verdampfung; Kastners Beitr. II. 118. u. Ritters Einwürfe die entgegengesetze Meinung in Schutz nehmend, ebendas.

2) Verkohlung der Pflanzen- und Thierkörper durch trockne Destillation. — Erwachen des individuellen organischen Lebens beim Entkeimen der Saamen und Brüten der Eier. — Die Temperatur lebender Organismen ist stets höher als die (zwischen 0 bis 68° F. schwebende) der umgebenden Atmosphäre; die des Menschen zwischen 96 bis 100° F. schwankend. — Mehrere Kryptogamen leben stets in einer Temperatur unter 32° F. (der rothe Schnee auf den Gipfeln der Alpen), andere in heissen Quellen. Verschiedene Versuche über das Maximum von Hitze und Kälte, welche der Mensch und andere Organismen auszuhalten vermögen. Wanderungen der Pflanzen und Thiere in sehr von einander abweichenden Himmelsstrichen. Fähigkeit des Menschen verhältniſsmässig den stärksten Klimawechsel ohne grossen Nachtheil ertragen zu können etc. Vergl. Cap. VIII. u. oben S. 858 u. s. w. Erfrieren der Organismen, und Schutz der Cadaver gegen die Verwesung, sowohl durch ausdörrende Hitze (natürliche Mumien in den Sandwüsten Arabiens) als auch durch Eisumgebung. (Vorkommen des Mam

mouth, einzelner Theile von angeblichen Riesenvögeln in Neusiberien etc.)

3) Das bestimmte Maafs von Wärme, welches jedes Körperganze (und namentlich jeder Organismus) besitzt (und fortwährend erzeugt), ist von seinen Bestandeskräften abhängig, und anzusehen als der allgemeinste Ausdruck des individuellen Daseyns (der organischen Einheit) selbst. — Ueber die Erhöhung der Temperatur des Menschen durch thierischen Magnetismus.

E) *Von den Thermometeoren.*

§. 170.

Bei den meisten Lufterscheinungen hat die Wärme wesentlichen Antheil, bei vielen spielt sie eine Hauptrolle, und diese lezteren nennt man ausschliessentlich Thermometeore. Ausser mehreren bereits in Cap. V. u. X. erwähnten, gehören hieher: die Ausdünstungen der Erdoberfläche und die Niederschlagungen des expansibelen (mehr oder minder mit fremdartigen Theilen geschwängerten) Wassers; die Strömungen der Luft und die Winde; und die klimatischen Veränderungen der Erdoberfläche. Versuch einer Erklärung der einzelnen hieher gehörenden Phänomene mündlich. — Vergl. Lampadius Atmosphärologie. §. 58—77. u. J. T. Mayers Lehrb. üb. die phys. Astronomie, Theorie der Erde u. Meteorologie. Göttingen 1805. 8., so wie auch oben S. 858. ff.

ANHANG.

XII. CAPITEL.

GESCHICHTE DER NATUR.

A) *Von der Entstehung der Weltkörper.*

§. 171.

Alle Gestaltung setzt das Gestaltlose: die der Weltkörper das Urflüssige (den Aether) voraus. Die Weltkörperbildung erfolgte und erfolgt noch jetzt nach den einfachsten Naturgesetzen, denen der Schwere, des Magnetismus, der Electricität und der Wärme. Die frühesten Momente cosmischer Gestaltung scheinen in jenen flüssigen Lichtmassen gegeben zu seyn, die öfters einen Sonnen- oder Cometenartigen Körper in der Mitte haben (235 etc.); späterhin scheint Concentration zur Cometenmasse einzutreten, der Planetenbildung folgt, die sich mit Sonnenbildung endigt, um vielleicht von hier aus aufs neue zu beginnen.

1) Es sind diese hypothetischen Folgerungen durch Zusammenstellung der vorzüglichsten astronomischen

Beob. entstanden; Angabe der Gründe und weitere Ausführung sowohl hier als in der Folge mündlich. Vergl. die unter G im I. Cap., ferner S. 10—11, 407 —412, 464, u. im VIII. Cap. angegeb. Lit.; so wie auch die älteren Schr. eines OSTANE's (430 J. nach Christ. Geb. lebte), MARSILL FICIN (1491), KEPLER, A. KIRCHER, HELVETIUS, D. CLUVER (Geologia. Hamburg. 1700. 4.), NICOLAS, St. MARTIN, BÜFFON, FRANKLIN, DE LUC, PALLAS, KIRWAN, DELAMETHERIE (Theorie der Erde. Aus d. Französ. von ESCHENBACH. Leipz. 3 Thle. §. 373. ff.) u. m. a.

2) Ein cometenartiger Himmelskörper bewirkte wahrscheinlich durch seine Anziehuug, die Abweichung der Erde von ihrer früheren Cometenbahn, und späterhin die Entstehung der letzten grossen Flut und Nordpolüberschwemmung. Die Rotation der Erde mufste auf die damals flüssige Kugel bestimmend wirken, daher die übereinstimmenden geognostischen Phänomene auf der ganzen Erde; hieher gehören der regelmässige Parallelschichtenbau aller bekannten Urfelsformationen, die Ausdehnung derselben Felsart durch viele Längengrade, die Uebereinstimmung der Felsarten, in der Stellung, Senkung, Streichung, dem Schichtenwechsel und den übrigen Eigenheiten, welches zugleich anzeigt, dafs gleiche Arten der Felsschichten, auf der ganzen Erdoberfläche, stets in einem und demselben Zeitraume niedergeschlagen wurden. Wahrscheinlich stand vor und während diesen Niederschlagungen und von Innen heraus bestimmten Felskrystallisationen, das Wasser in bedeutenderer Höhe, und senkte sich allmälig bis zu dem jetzigen Stande, was theils durch (mittelst Electricität und Wärme begründeter) Verdunstung (in grösserer

Sonnenhitze als jetzt), theils durch Erstarrung des Wassers zu Krystalleis und organischer Masse möglich wurde. Eben so scheint auch früher durch stark bedeckten Himmel mittelst einer verhältnifsmässig weiter ausgedehnten, dichteren Atmosphäre, Temperaturgleichheit statt gefunden, und die Hitze sehr grofs gewesen zu seyn, so dafs Erden etc. in dem (damals oxydirterem?) Wasser theils gelöst, theils aufgequellt erhalten wurden, deren Lösungsfähigkeit jetzt unbedeutend ist oder gar nicht mehr Statt findet.

3) Die Natur schreitet in ihren Entwickelungen von dem Einfacheren zu dem Mannichfaltigeren fort. Dem Wasser gegenüber wurde wahrscheinlich eine entgegengesetzte Kernsubstanz, mit ihm gleichzeitig aus dem Aether erzeugt, aus deren Wechselwirkung die Bildung der späteren Erdindividuen abgeleitet werden mufs. Die ältesten Felsarten enthalten organischen Stoff (geben mit reinstem Wasser beg ssen Infusorien und Priestley's grüne Materie), und Kalk und Kohlenstoff (als Andeutungen vorhandener oder im Entstehen begriffener Organisationen) sind mit jenen Felsarten gleichzeitig. Anorganische Ablagerung und organische Bildung treten gleichzeitig ein.

4) Die von späteren Flötz- und aufgeschwemmten Gebirgen häufig bedeckten Urgebirge, zeigen überall denselben regelmässigen Wechsel und periodische Wiederkehr ihrer Schichtenmassen. Der als Schichtenglied in jedem Urfels enthaltene Urkalkstein, so wie der Kohlenstoff der Kohlenblende und ähnliche Fossilien, wechseln stets mit den übrigen hieher gehörenden Felsarten. Es giebt einen ältesten und jüngeren Granit, Urkalkstein, Porphyr etc. — Die meisten Steinkohlen sind thie-

risch-vegetabilischen Ursprungs; die ersten Organisationen waren im Wasser lebende Thierpflanzen oder Pflanzenthiere, die Spaltung in Thier und Pflanze scheint einer späteren Zeit anzugehören. Je früher ein Individuum erzeugt wurde, um so einfacher und allgemeiner mufsten die zu seinem Entstehen nöthigen Kräfte seyn, und noch jetzt sind die zwischen Thier- und Pflanzenleben schwankenden Organismen diejenigen, deren Erzeugung durch die allgemeinsten Naturkräfte begründet wird.

5) Die Schichtenstreichung in den Urfelsformationen zeigt die (auf einen electrischen Meridian deutende) Richtung von S. W. nach S. O.; die Schichtenstellung ist gewöhnlich senkrecht und nach S. O. geneigt, oder (auf Magnetismus im Grossen, und Wirkung der Anziehung und Axendrehung der Erde deutend) nach N. und N. W. schauend.

6) Der Urfelsbildung folgte die der Flötzgebirge, welche die stärksten Geschichtsspuren sowohl von den wechselnden Perioden grosser Ruhe (mechanischer Niederschlagung) und Zerstörung, als auch von dem Erwachen des bestimmt vegetabilischen und bestimmt animalischen Lebens in sich tragen; während in den Urfelsgebilden häufig Metalle angetroffen werden. Alle Flötzformationen sind geschichtet; und häufig findet man zwischen den Schichtungen der jüngeren und älteren, so wie zwischen denen unter den älteren (gewöhnlich aus Thonschiefer bestehenden) streichenden Urgebirgsformationen, Lager von grobkörnigem Sandstein, Nagelflue oder von eisenhaltigen Thon; es verflofs mithin eine gewisse Zeit, ehe die Absetzung der neuen Schicht über und an die ältere begann. Der Wechsel von Ruhe und ge-

waltsamer Zerstörung beurkundet sich ausserdem, durch die in den Flötzgebilden Familienweise ruhig, und durch die ohne Ordnung und zertrümmert abgelagerten Kalkschaalenthiere. In geringerer Zahl erscheinen in neueren Flötzformationen die fossilen Fische und Pflanzentheile, und in noch geringerer Zahl, in den jüngsten Flötzgebilden, die der Amphibien, Säugethiere und Vögel. 2000 Fuſs unter und 13872 F. über Meeresfläche finden sich in Flötzgebirgen organische Ueberreste. — Auch die Flötzgebirge streichen von S. O. nach N. W., jedoch kommen schon häufigere Ausnahmen vor. Merkwürdig ist die gewölb- und giebeldachartige Beugung der Schichten einer und der anderen Kette in manchen Flötzgebilden, so daſs die Schichten auf der einen Seite nach S., auf der anderen nach N. senken. Die Schichtensysteme, sowohl der Ur- als auch der Flötzgebilde bestehen aus verschiedenen Felsarten, von denen sich einige häufig in kleinen Räumen wiederholen und dadurch die vorherrschenden Glieder darstellen. Die äussere oberflächliche Gestalt, die Höhenrücken, und die Richtung der Bergketten sind die Producte weit neuerer Umwandelung, als die eingeschlossenen Felsgebilde selbst.

7) An den Seiten aller Gebirgsganzen sind zahllose Trümmer (theils als Nagelflue- und Sandsteingebirge, theils als Geschiebe und 10 = 30000 Centner schwere Steinmassen, auf 15—50 geographische Meilen weit ausgestreut, theils zu Sand-, Thon- oder Kalkerde zerrieben und in unweit grösseren Strecken verbreitet) als aufgeschwemmtes Land abgesetzt; dessen Entstehung auf sehr verschiedene gewaltsame Umwälzungen durch grosse Fluten hindeutet, deren

gröſste die letzte, nach N. und N. W. gehende, den jetzigen Erdboden bestimmende war. Sie vernichtete und begrub den gröſsten Theil der damaligen auf dem Lande lebenden organischen Welt, die sich im Allgemeinen von der jetzigen durch colossalen Bau und einfachere Organisation unterscheidet. In Europa ist Deutschland am reichsten an Fossilien, Knochen von Elephanten, Nashorn, Riesenbüffeln, Krokodillen, Riesenbären und Hyänen; den gröſsten Reichthum aber in dieser Hinsicht bietet das nördliche Asien dar. (Vergl. oben S. 916) In Amerika liegen ausserdem noch zwei Riesengeschlechter: das Mammouth von Ohio oder der Mastodonte und das Megatherium begraben. Sehr reich ist das aufgeschwemmte Land an Schaalthiergehäusen, Ueberresten von Meerwürmern und Pflanzen. Im tiefsten Norden sind fossile exotische Organismen gelagert.

8) Nach dem Abzug der letzten stürmenden Meeresflut, blieben überall viele Land- und Gebirgsseen zurück, von denen die oberen sich in die zunächst unteren entleerten, und so dem Oceane zueilend, jene plötzlichen Ueberschwemmungen bewirkten, von denen die Traditionen uns so so manches Wunderbare erzählen. Noch jetzt verwittern Gebirge aufgeschwemmtes Land bildend, und allmälig ziehen sich die Weltmeere zurück, an Wassergehalt immer mehr und mehr abnehmend.

9) Die Ordnung in der die Gebirgsarten erscheinen, ist in der Regel nachstehende, woraus jedoch nicht folgt, daſs z. B. Granit älter als Urkalkstein etc. ist; vergl. oben Nr. 4. A) Primitive: Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, körniger Kalkstein, Serpentin, Syenit, Porphyr. B) Sekundäre;

Thonschiefer, Kieselconglomerat, Alpenkalkstein, Soolführender Gyps, Steinsalz, Jura Kalkstein, bunter Sandstein, faseriger Gyps, Muschelkalk, Quadersandstein. — Metallhaltige Fossilien kommen vorzüglich vor: a) als Gemengtheile gen. Gebirgsarten, b) in parallelen Schichten mit ihnen wechselnd, α) zwischen primitiven Massen: Erzlager, β) zwischen sekundären Massen: Flötze, c) in Spalten derselben, welche späterhin mit jenen metallischen Substanzen und anderen Steinarten gefüllt wurden: Gänge; über deren Entstehung und häufig dabei eingetretenen galv. Action, vergl. WERNERS Theorie d. Gänge, und meine Beitr. I. 150. ff. — Rücksichtlich des Alters scheinen die Metalle folgende Reihe zu bilden: a) älteste: Molybdän, Zinn, Scheel, Demeter, Tantalum, Chrom, Titan; b) mittlerer Zeit: Gold, Tellur, Spießglas, Silber, Uran, Wismuth, Nickel; c) fast ganz neu: Platin, Blei, Zink, Mangan, Merkur; d) alle Perioden durchlaufend: Eisen. — Vergl. KARSTEN in GILBERTS Ann. XVIII. Hatte jedes Metall seine eigene Periode, und ist die Zeit und somit auch die Möglichkeit verschwunden, in der andere Metalle als Eisen erzeugt wurden? vergl. meine Abhandl. in den Studien. II. Bd.

10) Die Bildung der Felsformationen erfolgte in grossen Zeiträumen, und von ihrem ersten Ansatze bis zur jüngsten Hauptperiode im Leben der Erde, bis zur Erscheinung des Menschengeschlechts, mag wohl eine Million Jahre verflossen seyn. Abgesehen von den ungeheuren Felsmassen, läſst sich dieses schon aus einzelnen Fossilien schliessen; man findet (jährlich einen neuen Rand ansetzende) Stalactiten, deren Ringzahl wenigstens ein Alter von 20000 Jahren

nachweist. Das Menschengeschlecht hat nach der Zeitrechnung der Tamuler 389292 Jahre die Erde bewohnt, und so bedeutend dieser Zeitraum ist, so scheint die Zahl dennoch zu geringe gesetzt zu seyn. Ob in jeder einzelnen Entwickelungsperiode, z. B. bei der Epoche der höheren Thierentwickelung etc., ein Maximum und Minimum der Entwickelung Statt fand, welches ähnlichen Verschiedenheiten in der allgemeinen Lebensäusserung der Erde untergeordnet ist, (vergl. 565—567), ist unentschieden. Die Ablagerungen verschiedener Gebirgsmassen deuten auf etwas dergleichen hin; und in diesem Falle wäre die Möglichkeit offen, die Ausbildungsperioden der übrigen Planeten, ja selbst die Natur ihrer Individuen im Allgemeinen ohngefähr anzudeuten.

11) Vergl. ausser der oben erwähnten Lit.: Joh. Bilberg: de natura montium. Ups. 1681. 8. ejusd. de gravitate corp. natural. Holm. 1685. 8. Reuss's Schmieders u. a. Handb. d. Geognose. Heims Geolog. Beschreib. des Thüringer Waldgebirgs. I. II. Thl. 8. Ebel über den Bau der Erde in dem Alpengebirge zwischen 12 Längen und 2—4 Breitegraden. I. II. Bd. 8. Zürch 1808. und die Beurtheilung dieses Werkes in der Oberdeutsch. Lit. Zeit. 1809. März bis Mai. Haberle Beitr. zu einer allg. Einleit. in das Studium d. Mineralogie etc. Weimar 1805. Dessen meteorol. Jahrb. 1810. Hauy's Lehrb. d. Mineralogie, aus d. Franz. übers. nebst einem Anh. von Weisse. Paris u. Leipzig 1804. 8. Leonhards Handb. einer allgem. topograph. Mineralogie. I—III. Bd. Hanau 1804. 8. Dessen miner. Tabellen. Hanau 1806. gr. Fol. Aelt. u. neuer. Bergmännisches Journ. v. Molls Jahrbücher, Annalen u. Ephemeriden der Berg- u. Hüt-

tenkunde — Aeltere u. neuere Schriften d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. — v. Hoffs Mag. f. d. ges. Mineral. — Höpfners Mag. f. die Naturk. Helvetiens. — Flurls Beschreib. d. Gebirge von Baiern. — Dessen: über d. Gebirgsformation in Baiern. München 1805. 8. — Voigts miner. Beschreib. d. Hochstifts Fulda. — Dessen pract. Gebirgskunde; dessen miner. u. bergmänn. Abhdl. — v. Humboldt miner. Beob. üb. einige Basalte am Rhein. — v. Racknitz Schreib. an einen Fr. üb. d. Basalt. Dresd. 1790. — v. Fichtels miner. Aufsätze. — Freiesleben miner. Bemerk. üb. den Harz. — Dolomieus Reise nach den liparischen Inseln; übers. v. Lichtenberg 1783. Georgi's geograph. phys. u. naturhist. Beschreib. des Russischen Reichs. Leske's Reise durch Sachsen. Leipz. 1785. Esmark Beschreib. einer miner. Reise durch Ungern. Freiberg 1798. v. Buch miner. Beschreib. von Landeck. — Saussure's Voyages dans les Alpes. Nose's Beitr. zu d. Vorstell. üb. vulcan. Gegenstände, und orographische Briefe. — Journ. des Mines. — Der Naturforscher. — v. Zachs Monatl. Correspondenz z. Beförd. d. Erd- u. Himmelskunde. — C. F. Ritters Beschreib. der gröſsten u. merkwürdigsten Hölen d. Erde. Hamb. 1803. Daubenton Mém. s. l. Basalte. — Wurzets Taschenb. zur Bereis. des Siebengebirgs. Köln 1805. Annal. d. herzogl. Societ. f. die gesammte Mineralogie zu Jena. I—III. Jena 8. — Steffens Beitr. z. inn. Naturgesch. d. Erde. I. Freiberg 1801. 8. Dessen geognostisch-geologische Aufsätze. Hamburg 1810. 8. Oken über das Universum u. dessen übrige Ferienschriften. Kants phys. Geograph. N. A. Leipz. 1808. L. v. Buchs Reis. n. Lappland. I. II. Berl. 1810. Karsten miner. Tabell. Fol. 2te Aufl.

1808. Batshs Mineralogie. Agrikola's miner. Schr. I. II. Thl. Freiberg 1806 u. 1810. Schubarts Ansichten von der Nachtseite der Naturw. Nebst. Anh. Dresden 1808. 8.

B) Von der Gestaltung einzelner Materien.

§. 172.

Die früheren Untersuchungen (S. 47, 67 ff. Cap. III. IV. VIII. u. XI.) haben beiläufig gezeigt, dafs fast jedes Flüssige entweder für sich allein oder in Verbindung mit anderen Stoffen fest zu werden vermag; jene anderen Stoffe, welche das Festwerden der lezteren vermitteln sind die ersteren, und unter diesen steht das Wasser oben an. Das Festwerden oder Erstarren findet jedoch in verschiedenen Abstufungen und auf verschiedene Weise Statt, welches auf die äussere Begrenzung und innere Lagerung der erstarrenden Materien wesentlichen Einflufs hat. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht besonders a) das Gallertartige, b) das mehr oder weniger geradlinigt begränzte Starre oder das Krystallinische und c) das krummlinigt begränzte Starre oder Organischfeste.

1) In der Gallertbildung ist Cohäsion (Tropfenbildung) vorherrschend; sie erfolgt entweder continuirlich (z. B. durch Aufquellung oder Schmelzung entstandene Fossilien und Kunstproducte, gefällte Kieselerde, oxyd. salzs. Zinn) in anorganischen Stoffen, oder in mehrere einzelne aber zusammenhangende

Anhäufungen getheilt (z. B. Organismen zur Zeit der Urfelsbildung; die Gallerte lebender Organismen jetziger Zeit.) Eine unvollendete Gallerte ist das Brei- oder Teigartige, wo einzelne feste Körperchen zuzusammen in die Anziehungssphäre eines Flüssigen so gerathen sind, dafs sie sich wohl seiner Adhäsion aber nicht seiner Cohäsion untergeordnet haben. Hieher gehört auch das Weiche, Schmierige etc.

2) Ableitung des Wortes Chrystall oder Krystall. Bergmanns (Opusc. phys. chem. Vol. II. S. 1 ff.) Rome Delisle's (essay de crystallographic. Paris 1772. 8. übers. v. Weigel. Greifsw. 1777. 8. Sec. edit. 1784. 8.), Hauy's (Grens Journ. d. Phys. II. 418.), Weiss's (Uebersetz. von H's Mineralog. u. C. S. Weiss De indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali dissertatio. 1809. 4. u, ejusd. De charactere geometrico principali formarum crystallinarum octaedricarum pyramidibus rectis basi rectangula oblonga commentatio. 1809. 4.), Haberle's (in dessen oben angef. Schr.), Bernhardi's (in Gehlens Journ. f. Chem. Phys. u. Miner.) u. m. a. krystallographische und oryctometrische Bemühungen. Jeder wirkliche Krystall ist ein von ebenen Flächen begrenztes (nicht durch mechanisches Aneinanderhäufen der ergenzenden Moleculs entstandenes) stetiges Ganze; welches nie mitten im Liquiden oder vollkommen von demselben umgeben, sondern stets dort entsteht, wo sich dem Liquiden irgend ein dem Zustande nach bestimmter Gegensatz darbietet. Dieser besteht entweder aus einem expansibelen Medium, z. B. die Luft, und dann erfolgt die Erssarrung theils in excentrisch straliger Richtung, ähnlich den Lichtenbergschen Fig. des + E (vergl.

Thl. I. Fig. XV. — die Schneeflocken) theils in unvollkommenen dünnen Blättern (das Salzhäutchen) oder aus einem festen Körper (Bild. d. meist. Krystalle); die von mir beobachtete kugelich-stralige Gestaltung des essigsauren Kalks ohne Ansatzpunct, mitten im Flüssigen, ist eine scheinbare Ausnahme, welche dort Statt zu finden pflegt, wo das werdende Gebilde zwischen Gallerte und Krystall schwankt. Jener Gegensatz des Zustandes hat (bei denen dem Magnetismus günstigen Umständen) zunächst Polarisirung der Flüssigkeit zu Folge, nach Art der magnetischen Vertheilung, wodurch sich die krystallisirbaren Theile um jene Stelle hinter einander versammeln, von wo die vertheilende Wirkung anhob. Jedes Theilchen bietet dem gegenüberstehenden den entgegengesetzten Pol dar, und alle vereinigt bilden, weil die Wirkung nach allen Seiten geht, parallele Blättchen. Die Polarität ist nicht mehr die der Linie, sondern es schneiden sich die Richtungen nach welchen das Einzelne abgestossen wird gegenseitig, jedes Theilchen bildet mit dem andern einen Winkel; wie dieses ohngefähr durch Fig. 40 angedeutet ist, und diese Richtungen durch die ganze Masse parallel gedacht, geben die krystallinische Structur. Der Ansatzpunct giebt die Hauptrichtung der Polarisirung, welcher sich die übrigen unterordnen; deren Richtung die Lage und deren Energie die Länge des Krystalls begründet. Die hiedurch hervorgehenden Ebenen, bilden unter sich bestimmte Winkel: den Durchgang der Blätter, und begrenzen einen Körper, den wir mit Haüy die Kerngestalt (Forme primitive) nennen; zugleich begrenzt sich aber auch äusserlich die Masse diesen Richtungen gemäfs, die sekundäre Form

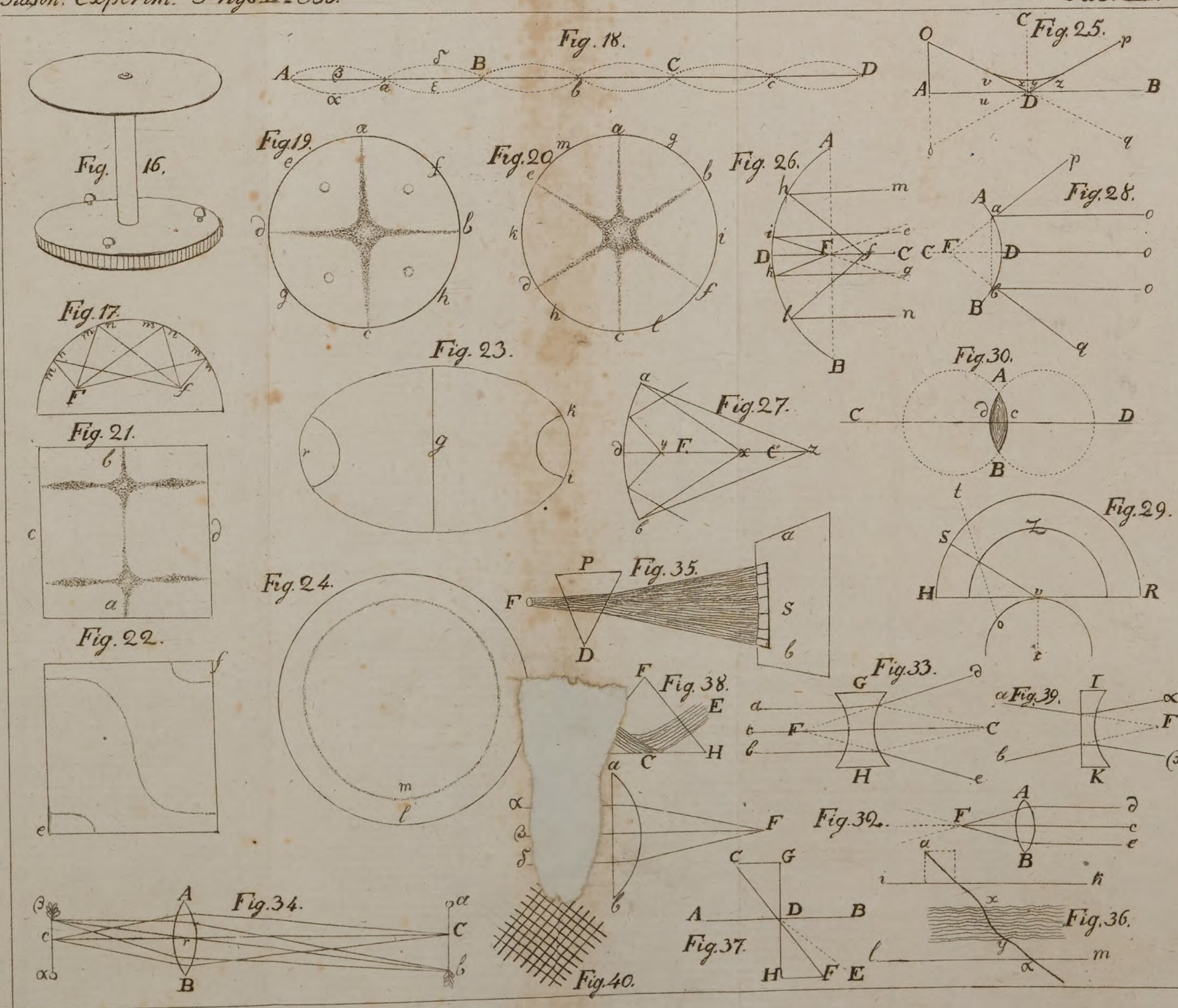
darstellend; der Krystall tritt als Körperganzes hervor. Form und Zahl der Krystallkerne ist bei jedem krystallinischen Ganzen bestimmt; als Grundkern scheint das Hexaeder betrachtet werden zu müssen. Vergl. Weiss a. a. O. Oken Lehrb. d. Naturphilos. I. 121. ff. Kastners Grundr. d. Chem. I. 74—77. 78—81. Hausmanns krystallographische Beiträge. Braunschweig 1803. 4.

3) Jede mit Hülfe des Wassers krystallisirende Masse, hat eine von ihrer chemischen Qualität abhängige bestimmte Capacität für das Wasser, mit der die ersten Abstossungsrichtungen, und somit die Figuration des ganzen Krystalls im bestimmten Verhältnisse stehen. Kastner a. a. O. — Ein bereits gegebener Krystall wirkt auf denjenigen Theil der liquiden Umgebung zuerst und am stärksten, dessen Beschaffenheit mit der seinigen am meisten übereinstimmt; dabei oftmals chemische Ziehkräfte überwältigend (Cap. VII.). Eine wässrige Lösung von Glaubersalz und Salpeter mit einem Salpeterkrystall in Berührung gebracht, läſst zuerst den gelösten Salpeter und darauf erst das Glaubersalz krystallinisch fallen, und umgekehrt, wenn statt des Salpeterkrystalls ein Glaubersalzkrystall hineingelegt wurde. — Finsterniſs und Kälte sind der Salzkrystallisation günstig. — Krystallisation des Kamphers, so wie auch des Phosphors durch Einfluſs des Lichts. — Zunahme des Flüssigkeitsdrucks erhöht die Krystallisationsthätigkeit; Leblanc im Journ. de Phys. XXXIII. 376. Einfluſs des Galvanismus auf die Krystallbildung; Ritter in seinen Beitr. I. 273. — Ueber die Entstehung der sogen. unbestimmbaren Krystallisationen; der Incrustationen, Tufs, Sinter und Pseudomorphosen.

4) Aus der Vereinigung der Gallertbildenden- und Krystallisationskräfte zu einem höheren Ganzen, scheinen die Gestaltungen des Organischfesten hervorzugehen, welche dem einzelnen Organismus zu bestimmten Zwecken dienend, stets von der Beseelung des Individuums abhängig und eben dadurch sehr mannichfaltig seyn müssen. Erste Verbindung von Festem und Flüssigen in der Bläschen- und Zellenbildung (Infusorien). — Spiralfasern, Spiegelfasern,

Mark, Holzfasern, Bast und Rinde. — Haare, Knochen, Horn, Haut, Zellgewebe, Gefässe, Muskelfasern, Nerven, Hirn. — Gegenseitige Bedeutung der Pflanzen- und Thierorgane. — Algen, Pilze, Moose, Farnkräuter, Gräser, Zwiebelgewächse, Orchideen, Lilien und Palmen. Pfefferarten, Bananengewächse, Amaranthen, Euphorbien. Kätzchen- und Zapfen-tragende Gewächse, Protearien. Zusammengesetzte Blumen, Kreuzblumen, Sternpflanzen, Caprifolien, Wirtelpflanzen, Heiden, Nelken, Mohne, Weideriche und Geranien. Kürbispflanzen, Fragarien, Hyperionen, — Larvenblumen, — Schirmpflanzen, — Mimosen und Schmetterlingsblumen. — Zoophythen (Radiarien und Polypen), Würmer (Anneliden und Eingeweidewürmer), Mollusken, Crustaceen, Insekten, Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere. — — — Der Mensch.

5) Ueber das Verhältniſs der Pflanzenwelt zur anorganischen Natur, besonders zur Atmosphäre. Ueber das der Thierwelt zur Pflanzenwelt und dem Erdorganismus. Ueber die Zeugung, und über die geschichtliche Bedeutung der Pflanzen- und Thierfamilien. — Vergl. die oben u S 529 erwähnte Lit. u. Okens Lehrb. d. Naturphil. II. Meinike über das Zahlenverhältniſs in den Fructificationsorganen der Pflanzen und Beiträge zur Pflanzenphysiologie; in den Neuen Schr. d. naturforschend. Gesellsch. zu Halle. I. Heft. Halle 1809. 8. — Decondalle's Essay sur les propriétés medicales des Plantes comparées avec leur formes exterieures et leurs classificat. naturelle. Geneve 1806. 4. Brisson-Mirbel: Hist naturelle gener. et particul. des plantes etc. Paris 1806. J. W. v Goethe Vers. die Metamorphose d. Pflanzen zu erklären. Gotha 1790. 8. Blumenbachs Naturgesch. VIII. Aufl. Cuviers Vorles. üb. vergl. Anatomie. Herausgeg. v. Dumeril; aus d. Französ. übers. von Froriep u. Meckel. Leipz. 1809—1810. I—IV. Thl.


Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kastner, Karl Wilhelm Gottlob,

Grundriß der Experimentalphysik

Bd.: 2

1810

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.39(2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763612-8